

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-013716

(43)Date of publication of application : 15.01.2003

(51)Int.Cl.

F01L 1/34

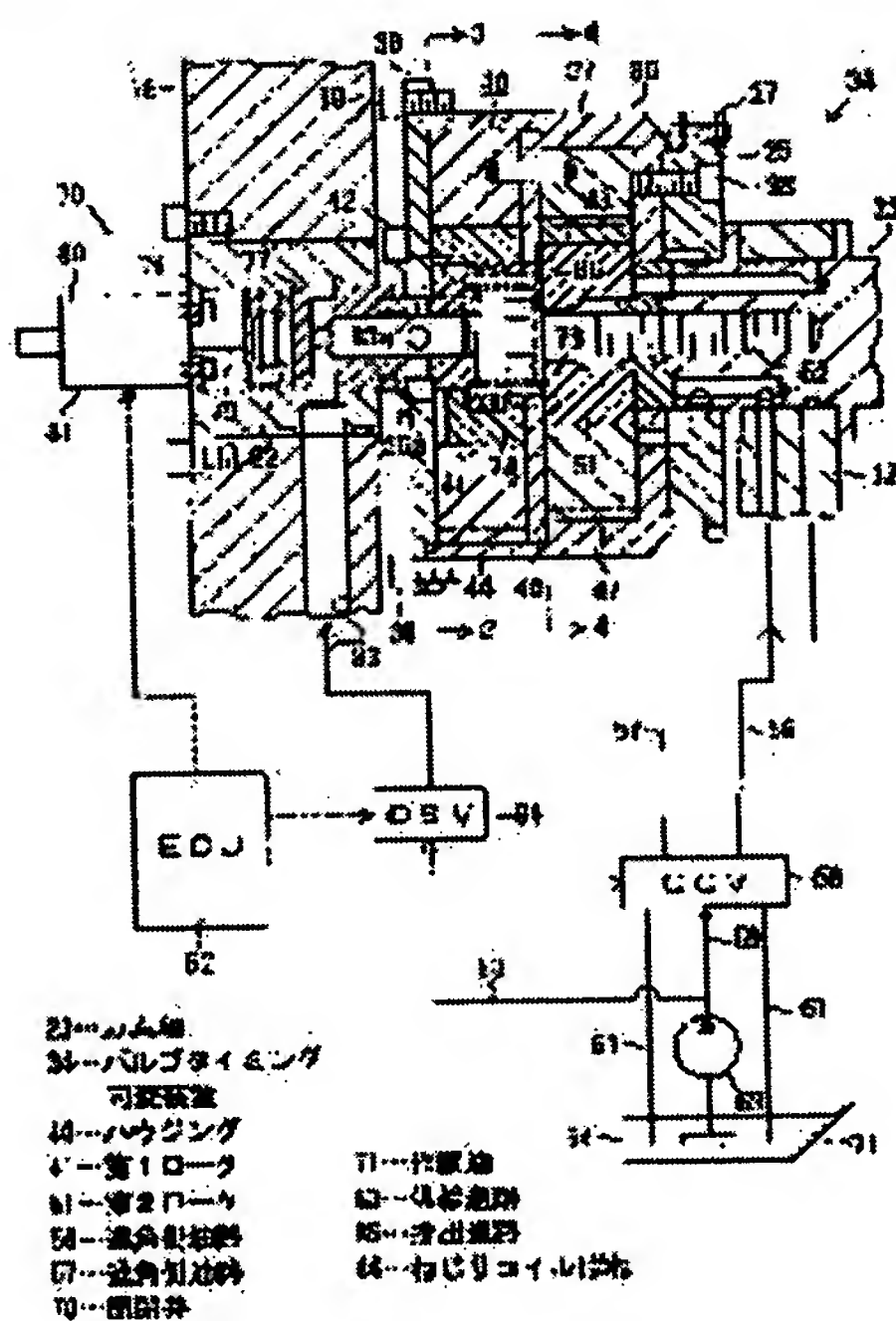
F01L 13/00

F02D 13/02

(21)Application number : 2001-200662 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 02.07.2001 (72)Inventor : HARADA TAKAHIRO  
MORIYA YOSHITO  
ISHII YOSHIKAZU  
NISHIMURA MUTSUMI

(54) VARIABLE VALVE TIMING DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To change the rotating phase of a camshaft to a most-retarded phase or an intermediate phase in a specified operation without causing the lowering of control accuracy in the normal operation of an internal combustion engine.

SOLUTION: A first rotor 41 is drivingly connected to a crankshaft, and rotated relative to the camshaft 23. A housing 40 is rotated relative to a first rotor 41 by the hydraulic pressure of hydraulic oil 71 supplied thereto through a specified passage. A second rotor 51 is installed on the camshaft 23 so as to be rotated integrally with each other, and rotated relative

to the housing 40 by the hydraulic pressure of hydraulic oil 71 supplied thereto through another passage. Accordingly, the rotating phase of the camshaft 23 relative to the

crankshaft varies within a specified range. The device comprises a torsional coiled spring 86 for elastically energizing the housing 40 in the spark advancing direction, and a rotation restricting means for restricting the relative rotation of the housing 40 in further spark advancing direction when the rotating phase of the camshaft 23 is positioned at an intermediate phase within a specified range.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

[Claim(s)]

[Claim 1] With the pressure of the working fluid of the 1st Rota which drive connection is carried out at an internal combustion engine's crankshaft, and carries out relative rotation to the cam shaft for a bulb drive, and said internal combustion engine supplied through a predetermined path It is really attached in said cam shaft pivotable in the condition of having been arranged in housing which carries out relative rotation to said 1st Rota, and said housing. By carrying out relative rotation to this housing based on the pressure of said working fluid supplied through a different path from said predetermined path When the 2nd Rota which changes the rotation phase of said cam shaft over said crankshaft by predetermined within the limits, the energization means which carries out elastic energization of said housing in the direction of a tooth lead angle, and the rotation phase of said cam shaft turn into a cadaveric position phase of said predetermined range, Valve timing adjustable equipment of the internal combustion engine characterized by having a rotation regulation means to regulate that said housing carries out relative rotation in the direction of a tooth lead angle more than it.

[Claim 2] Valve timing adjustable equipment of the internal combustion engine according to claim 1 which has further the 1st lock device which connects with relative rotation impossible said housing by which relative rotation was regulated with said rotation regulation means in said 1st Rota.

[Claim 3] Valve timing adjustable equipment of the internal combustion engine according to claim 2 which has further the 2nd lock device which connects this 2nd Rota with relative rotation impossible at said housing when said housing is connected with said 1st Rota by said 1st lock device with a halt of said internal combustion engine and the rotation phase of said cam shaft turns into said cadaveric position phase by relative rotation of said 2nd Rota.

[Claim 4] Valve timing adjustable equipment of the internal combustion engine according to claim 2 or 3 for which the hydraulic oil from which viscosity changes as said working fluid according to temperature is used and for which the drain device which a halt of said internal combustion engine is made to discharge with said hydraulic oil in said housing is prepared further.

[Claim 5] Said drain device is valve timing adjustable equipment of the internal combustion engine having the closing motion valve which is prepared in the middle of the discharge path which makes the inside and outside of said housing open for free passage, and its discharge path, and opens only at the time of a halt of said internal combustion engine according to claim 4.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the valve timing adjustable equipment which changes one [ at least ] actuation timing of the intake valve in an internal combustion engine, and an exhaust air bulb according to engine operational status.

[0002]

[Description of the Prior Art] In a common internal combustion engine, rotation of a crankshaft is transmitted to a cam shaft, and \*\* and an exhaust air bulb are periodically depressed by the cam of the cam shaft, it reciprocates, and \*\* and a flueway are opened and closed. The rotation phase of a cam shaft [ as opposed to a crankshaft with this type of internal combustion engine ] is always fixed. On the other hand, in recent years, meaning improvement in an output, an improvement of emission, etc. and equipping an internal combustion engine with valve timing adjustable equipment is performed increasingly. This adjustable equipment tends to change the rotation phase of the cam shaft over a crankshaft, and tends to change one [ at least ] actuation timing (valve timing) of \*\* and an exhaust air bulb.

[0003] As this kind of valve timing adjustable equipment, there is a valve timing adjustment device indicated by JP,11-241608,A. This adjustment device is equipped with housing and Rota. housing -- a cam shaft -- relativity -- while being supported pivotable, drive connection is carried out with the chain etc. at the crankshaft. Rota has two or more vanes on a periphery, and is really attached in the cam shaft pivotable in the condition of having held in housing. In the interior of housing, the oil pressure room is formed in the order both sides about the hand of cut of each vane, respectively. And when an internal combustion engine's operational status is embraced and this engine's hydraulic oil is supplied or discharged by each oil pressure room, Rota carries out relative rotation to housing, and the rotation phase of the cam shaft over a crankshaft changes. For example, it changes into the condition (the maximum lag phase) that the rotation phase of the cam shaft over a crankshaft was most overdue at the time of an idle. In this maximum lag phase, the actuation timing of an intake valve becomes the latest to rotation of a crankshaft, combustion is stabilized, and idle rotational speed is stopped.

[0004] By the above-mentioned valve timing adjustment device, the spring which energizes Rota in the direction which advances the rotation phase of a cam shaft (a

tooth lead angle is carried out) is used. With this spring, the tooth lead angle of the rotation phase of a cam shaft is carried out from said maximum lag phase to a cadaveric position phase during a halt of an engine. Therefore, after the rotation phase of a cam shaft has turned into a cadaveric position phase, an internal combustion engine will start, and the emission aggravation at the time of starting is controlled.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, it is desirable to use the big spring of the spring force during a halt of an internal combustion engine, in order to carry out the tooth lead angle of the rotation phase of a cam shaft certainly from the maximum lag phase to a cadaveric position phase only according to the energization force of a spring. However, if it carries out like this, it is difficult at the time of an idle to change the rotation phase of a cam shaft into the maximum lag phase. Although this needs to energize Rota by the force of the magnitude which overcomes the spring force in order to make it the maximum lag phase, it is because engine rotational speed is low at the time of an idle and oil pressure is low in connection with it.

[0006] It is possible to carry out making [ many ] the number of vanes etc. to this, and to increase a projected net area. If it does in this way, while the spring force can be resisted, Rota can be rotated and the rotation phase of a cam shaft can be made into the maximum lag phase also with low oil pressure at the time of an idle, the reaction of Rota becomes sensitive, and even when oil pressure changes slightly, Rota comes to rotate. Consequently, when the internal combustion engine is the usual operational status except the time of an idle etc., it becomes difficult to control a cam shaft to a desired rotation phase, and the problem to which the precision of control falls newly arises.

[0007] This invention is made in view of such the actual condition, and the purpose is in offering the valve timing adjustable equipment of the internal combustion engine which can change the rotation phase of a cam shaft into the maximum lag phase or a cadaveric position phase at the time of specific operations at the time of an idle etc. at the time of starting, without causing the fall of the control precision at the time of usual operation of an internal combustion engine.

[0008]

[Means for Solving the Problem] Hereafter, the means and its operation effectiveness for attaining the above-mentioned purpose are indicated. With the pressure of the working fluid of the 1st Rota which drive connection is carried out at an internal combustion engine's crankshaft, and carries out relative rotation to the cam shaft for a bulb drive in invention according to claim 1, and said internal combustion engine



supplied through a predetermined path It is really attached in said cam shaft pivotable in the condition of having been arranged in housing which carries out relative rotation to said 1st Rota, and said housing. By carrying out relative rotation to this housing based on the pressure of said working fluid supplied through a different path from said predetermined path When the 2nd Rota which changes the rotation phase of said cam shaft over said crankshaft by predetermined within the limits, the energization means which carries out elastic energization of said housing in the direction of a tooth lead angle, and the rotation phase of said cam shaft turn into a cadaveric position phase of said predetermined range, It has a rotation regulation means to regulate that said housing carries out relative rotation in the direction of a tooth lead angle more than it. [0009] According to the above-mentioned configuration, rotation of a crankshaft is transmitted to a bulb through the 1st Rota, housing, an internal combustion engine's working fluid, the 2nd Rota, a cam shaft, etc. By this transfer, a bulb opens and closes to predetermined actuation timing (valve timing). This valve timing is changed by predetermined within the limits, when housing carries out relative rotation to the 1st Rota, or the 2nd Rota carries out relative rotation to housing and a cam shaft carries out relative rotation to a crankshaft. If another expression is carried out, the range with which the rotation phase of housing to the 1st Rota and the rotation phase of the 2nd Rota to housing were doubled, i.e., the range of the relative rotation which the 2nd Rota can take to the 1st Rota, will be described above "the predetermined range", and the rotation phase of a cam shaft will be changed by this predetermined within the limits.

[0010] In addition, on these specifications, about the rotation phase of a cam shaft, the latest rotation phase of the above "the predetermined range" is expressed as the "maximum lag phase", and the rotation phase which progressed most is expressed as the "maximum tooth-lead-angle phase." Moreover, about housing and the rotation phase of the 2nd Rota, the latest thing shall be expressed as "the latest phase" among the range of those rotation phases, and what progressed most shall be expressed as "the phase which progressed most."

[0011] Relative rotation of housing is performed based on the pressure of an internal combustion engine's working fluid supplied through the predetermined path, the elastic energization force to the direction of a tooth lead angle by the energization means, etc. However, the relative rotation to the direction of a tooth lead angle of housing is regulated by the rotation regulation means.

[0012] Moreover, relative rotation of the 2nd Rota is performed based on the running torque by the pressure of the working fluid supplied through a different path from said

predetermined path, and the cam shaft etc. Here, the running torque by the cam shaft is the torque which is going to delay the rotation phase of this cam shaft according to the reaction force accompanying the closing motion drive of a bulb, and it increases with the fall of the rotational speed of a cam shaft.

[0013] If the 2nd Rota makes the "movable range" the range which can actually be taken, this movable range will change with the rotation phases of housing to the 1st Rota. When the rotation phase of housing is "latest phase", the movable range of the 2nd Rota becomes max (the "maximum lag phase" - "the maximum tooth-lead-angle phase"), i.e., said predetermined range. When housing carries out relative rotation from the above "the latest phase" at within the limits until just before being regulated by the rotation regulation means, the movable range of the 2nd Rota is restricted to the range from the rotation phase of housing at that time to the "maximum tooth-lead-angle phase." On the other hand, if the rotation phase of housing is regulated by the rotation regulation means, the movable range of the 2nd Rota will be restricted to the range from the "cadaveric position phase" which carried out the tooth lead angle among [ "phase / maximum lag" ] said predetermined range to the "maximum tooth-lead-angle phase." Here, from a viewpoint of a rotation phase over a crankshaft, the "cadaveric position phase" of a cam shaft is the same as "the phase which progressed most" of housing.

[0014] According to the rotation phase of housing, of the elastic energization force of said energization means, the 2nd Rota is influenced or is not influenced. If the 2nd Rota becomes the latest phase among the movable range when the rotation phase of housing is in the range ("latest phase" - "the phase which progressed most") which does not receive regulation by the rotation regulation means, housing and the 2nd Rota will be in the condition of having been connected possible [ power transfer ] about a hand of cut. For this reason, the elastic energization force of an energization means by which it has joined housing will be transmitted also to the 2nd Rota through this housing.

[0015] On the other hand, when relative rotation of housing is regulated by the rotation regulation means, the 2nd Rota is not influenced of the elastic energization force. This is because housing will not carry out relative rotation in the direction of a tooth lead angle any more by rotation regulation of a rotation regulation means, the connection condition about said hand of cut is canceled and the power transfer to the 2nd Rota from housing is intercepted.

[0016] Therefore, it is possible to change the rotation phase of a cam shaft variously as follows by adjusting the pressure of the working fluid which joins housing and the

2nd Rota according to an internal combustion engine's operational status (a halt being included) etc.

[0017] For example, if actuation for stopping an internal combustion engine is performed, the rotational speed of a crankshaft will fall and the pressure of a working fluid will decline. For this reason, the elastic energization force of an energization means tends to overcome the pressure of a working fluid, and housing tends to carry out relative rotation in the direction of a tooth lead angle. On the other hand, as mentioned above, the running torque of a cam shaft increases with the fall of said rotational speed, and the 2nd Rota tends to carry out relative rotation to a lag side. Under the present circumstances, it is possible to resist said running torque and to carry out relative rotation of the housing in the direction of a tooth lead angle by using what has the elastic energization force of the magnitude which overcomes running torque as an energization means. This relative rotation is regulated by the rotation regulation means, and housing serves as "a phase which progressed most." Moreover, the 2nd Rota contacts housing, and the relative rotation to the direction of a lag of this 2nd Rota is regulated, consequently a cam shaft serves as a "cadaveric position phase." Thus, the rotation phase of a cam shaft can be certainly made into a cadaveric position phase by the time of an internal combustion engine's starting.

[0018] Moreover, for example at the time of an internal combustion engine's idle, as it is the following, it becomes possible to make the rotation phase of a cam shaft into the "maximum lag phase." Generally, the rotational speed of a crankshaft falls at the time of an idle, and the pressure of a working fluid declines. Temporarily, if this pressure is less than the elastic energization force of an energization means, it is difficult for housing to carry out relative rotation in the direction of a tooth lead angle, and to change the rotation phase of this housing into the "maximum lag phase." However, it is possible to generate the force of the magnitude which overcomes the projected net area of housing by increasing at the elastic energization force of an energization means, to carry out relative rotation of the housing in the direction of a lag, and to change the rotation phase into "the latest phase."

[0019] On the other hand, if it is set up so that the pressure of the direction of a lag by the working fluid may become higher than the pressure of the direction of a tooth lead angle in the 2nd Rota, the relative rotation to the direction of a lag of said housing will be followed, and the 2nd Rota will also carry out relative rotation in this direction. Relative rotation of this 2nd Rota stops at the place in contact with housing used as "the latest phase." Consequently, the rotation phase of a cam shaft turns into the "maximum lag phase."



[0020] Furthermore, it is possible to change from a "cadaveric position phase" by carrying out relative rotation of the 2nd Rota, rotation applying [ of a cam shaft ] it to the "maximum tooth-lead-angle phase", after changing the rotation phase of housing into "the phase which progressed most" at the time of usual operation of the internal combustion engine except the time of said idle and starting. "The phase which progressed most" of said housing is realizable by reducing the pressure of the working fluid which acts on housing. This is because the elastic energization force of an energization means overcoming the pressure of a working fluid, and housing's carrying out relative rotation in the direction of a tooth lead angle and its relative rotation are regulated by rotation regulation of a rotation regulation means by "the phase which progressed most."

[0021] In addition, when relative rotation of housing is regulated by the rotation regulation means, as mentioned above, the elastic energization force of an energization means does not get across to the 2nd Rota. Therefore, about the 2nd Rota, unlike housing, even if it does not increase a projected net area for the "maximum lag phase" implementation of a cam shaft, it ends. For this reason, it can control that the 2nd Rota reacts sensitively to the evil by projected net area increase, i.e., the pressure variation of a working fluid. It becomes easy to control a cam shaft to a desired rotation phase, and the precision of control improves.

[0022] Thus, according to invention according to claim 1, the rotation phase of a cam shaft can be changed into the "maximum lag phase" and a "cadaveric position phase" at the time of specific operations at the time of an idle etc. at the time of starting, without causing the fall of the control precision at the time of usual operation of an internal combustion engine.

[0023] In invention according to claim 2, it has further the 1st lock device which connects with relative rotation impossible said housing by which relative rotation was regulated with said rotation regulation means in said 1st Rota in invention according to claim 1.

[0024] If according to the above-mentioned configuration the pressure of a working fluid declines, for example with a halt of an internal combustion engine and it is less than the elastic energization force of an energization means, housing will carry out relative rotation in the direction of a tooth lead angle. If this relative rotation is regulated by the rotation regulation means and housing becomes "the phase which progressed most", this housing will be connected with relative rotation impossible by the 1st lock device in the 1st Rota (lock). That is, the rotation phase of housing is held at "the phase which progressed most." In connection with this, the movable range of

relative rotation of the 2nd Rota is restricted to the range from the "cadaveric position phase" which carried out the tooth lead angle among [ "phase / maximum lag" ] said predetermined range to the "maximum tooth-lead-angle phase." On the other hand, although the 2nd Rota tends to carry out relative rotation to a lag side by the running torque of a cam shaft, when this 2nd Rota contacts locked housing, the relative rotation to the direction of a lag beyond it is regulated. Consequently, the rotation phase of a cam shaft can be held to a "cadaveric position phase."

[0025] moreover -- for example, if the pressure of the working fluid which acts on housing at the time of usual operation of an internal combustion engine declines compulsorily, also in this case, like the above, the rotation phase of housing will be changed into "the phase which progressed most", and will be connected with the 1st Rota by the 1st lock device (lock). For this reason, it can prevent that restrict the movable range of relative rotation of the 2nd Rota, and the rotation phase of a cam shaft becomes later than a "cadaveric position phase" with housing locked as mentioned above.

[0026] In invention according to claim 3, in invention according to claim 2, when said housing is connected with said 1st Rota by said 1st lock device with a halt of said internal combustion engine and the rotation phase of said cam shaft turns into said cadaveric position phase by relative rotation of said 2nd Rota, it has further the 2nd lock device which connects this 2nd Rota with relative rotation impossible at said housing.

[0027] According to the above-mentioned configuration, if an internal combustion engine is suspended, housing will be locked by the 1st lock device and a rotation phase will be held at "the phase which progressed most." In addition, if the rotation phase of a cam shaft turns into a cadaveric position phase by relative rotation by the side of the lag of the 2nd Rota, the 2nd Rota will be connected with housing by the 2nd lock device at relative rotation impossible (lock). Therefore, it becomes possible to hold a cam shaft to the cadaveric position phase suitable for starting during a halt of an internal combustion engine with these housing and the lock of the 2nd Rota.

[0028] In invention according to claim 4, in invention according to claim 2 or 3, the hydraulic oil from which viscosity changes as said working fluid according to temperature is used, and the drain device which a halt of said internal combustion engine is made to discharge with said hydraulic oil in said housing is established further.

[0029] When either [ at least ] housing or the 2nd Rota is not locked by the lock device proper at the time of a halt of an internal combustion engine, it is necessary to

make it lock temporarily here at the time of the next starting. However, when it starts under very low temperature, since the viscosity of the hydraulic oil as a working fluid is high, there is a possibility that this hydraulic oil may bar a move of housing and the 2nd Rota.

[0030] On the other hand, according to the above-mentioned configuration, if an internal combustion engine is suspended, the working fluid in housing will be discharged by the drain device with the halt. Therefore, even if it starts under very low temperature as mentioned above, in housing, the hydraulic oil which bars a move of this housing and the 2nd Rota has decreased. For this reason, even if a lock is not performed proper at the time of a halt of an internal combustion engine, it becomes possible to carry out relative rotation of housing and the 2nd Rota at the time of starting, and to make the rotation phase of a cam shaft into a cadaveric position phase. Especially, immediately after a halt of an internal combustion engine, the temperature of hydraulic oil is high, and since viscosity is low, discharge is performed smoothly.

[0031] In invention according to claim 5, said drain device is equipped with the closing motion valve which is prepared in the middle of the discharge path which makes the inside and outside of said housing open for free passage, and its discharge path, and opens only at the time of a halt of said internal combustion engine in invention according to claim 4.

[0032] According to the above-mentioned configuration, at the time of operation of an internal combustion engine, clausilium of the closing motion valve of a drain device is carried out, and a discharge path is closed. For this reason, it is hard coming to discharge a working fluid out of housing through a discharge path. On the other hand, if an internal combustion engine is suspended, clausilium of the closing motion valve will be carried out, a discharge path will be opened wide, and it will become easy to discharge said working fluid to the housing exterior through a discharge path.

[0033]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, 1 operation gestalt which materialized this invention is explained according to a drawing. As shown in drawing 1 , the gasoline engine (only henceforth an engine) 11 which is one gestalt of an internal combustion engine is carried in the car. The engine 11 is equipped with the cylinder head 12 and the cylinder block 14 which has two or more gas columns (cylinder) 13. The piston 15 held in each cylinder 13 is connected with the crankshaft 17 through the connecting rod 16. After the reciprocating motion of each piston 15 is changed into rotation by the connecting rod 16, it is transmitted to a crankshaft 17.

[0034] The combustion chamber 18 is formed between a cylinder block 14 and the cylinder head 12 at each piston 15 bottom. The suction port 19 and the exhaust air port 20 which are open for free passage to each combustion chamber 18 are established in the cylinder head 12, respectively. An intake valve 21 and the exhaust air bulb 22 are supported by the cylinder head 12 respectively possible [ reciprocation ], and cam shafts 23 and 24 are further established above each bulbs 21 and 22 pivotable, respectively. Drive connection of the sprockets 25 and 26 prepared in the edge of each cam shafts 23 and 24 is carried out with the chain 27 at the crankshaft 17.

[0035] And rotation of a crankshaft 17 transmits the rotation to both the sprockets 25 and 26 through a chain 27. If cam shafts 23 and 24 rotate with rotation of sprockets 25 and 26, the corresponding bulbs 21 and 22 will reciprocate, and ports 19 and 20 will be opened and closed. In addition, in order to transmit rotation of a crankshaft 17 to cam shafts 23 and 24, it replaces with sprockets 25 and 26 and a chain 27, and a timing pulley and a timing belt may be used.

[0036] The inhalation-of-air path 28 for leading the air of the exterior of an engine 11 to a combustion chamber 18 is connected to the suction port 19, and the fuel injection valve 31 which injects a fuel towards each suction port 19 is attached in this inhalation-of-air path 28. And the gaseous mixture which consists of a fuel injected from each fuel injection valve 31 and inhalation air is introduced into each combustion chamber 18. The introduced gaseous mixture explodes and burns by ignition to the ignition plug 32 attached in the cylinder head 12. A piston 15 reciprocates by the combustion gas of elevated-temperature high pressure produced at this time, a crankshaft 17 rotates, and the driving force of an engine 11 is obtained. The flueway 33 is connected to the exhaust air port 20, and the combustion gas produced in the combustion chamber 18 is discharged through this flueway 33 in the exterior of an engine 11.

[0037] With the engine 11 of the above-mentioned configuration, the force (running torque) in which it delays the rotation phase of these cam shafts 23 and 24 has joined cam shafts 23 and 24 according to the reaction force accompanying the closing motion drive of bulbs 21 and 22. This running torque increases with the fall of the rotational speed of cam shafts 23 and 24.

[0038] Valve timing adjustable equipment 34 is formed in the cam shaft 23 of an inspired air flow path. By changing the phase of a sprocket 25, as a result the cam shaft 23 over rotation of a crankshaft 17 by predetermined within the limits, this adjustable equipment 34 is equipment for changing continuously the actuation timing

(valve timing) of an intake valve 21 to the include angle (crank angle) of a crankshaft 17, and is driven by hydrostatic pressure (oil pressure). In addition, it expresses as a "lag" that a rotation phase is overdue, and expresses that this rotation phase progresses as a "tooth lead angle."

[0039] Next, the configuration of valve timing adjustable equipment 34 is explained according to drawing 2 – drawing 11 . As shown in drawing 2 , the cam shaft 23 is supported pivotable to the cylinder head 12 in the predetermined direction (direction shown by the arrow head A in drawing 3 and drawing 4 ). the case 37 where it has a sprocket 25, the case body 35, and covering 36 in the edge of a cam shaft 23 -- relativity -- it is equipped pivotable. a sprocket 25 -- the edge outside periphery of a cam shaft 23 -- relativity -- it is supported pivotable, and as mentioned above, drive connection is carried out with the chain 27 at the crankshaft 17. The case body 35 is concluded by the sprocket 25 by the bolt 38 grade. Covering 36 has annular level difference section 36a in the core, and is concluded by the case body 35 by the bolt 39 grade. Thus, a sprocket 25, the case body 35, and covering 36 are connected mutually, and are united. In addition, a sprocket 25 and the case body 35 may really be formed.

[0040] As shown in drawing 2 and drawing 3 , it depends by the core of covering 36 in a case 37, and 1st Rota 41 is concluded by the bolt 42 grade around level difference section 36a in detail. therefore, drive connection of 1st Rota 41 is carried out through the case 37 and the chain 27 grade at the crankshaft 17 -- \*\*\*\*\* -- a core [ cam shaft / 23 ] -- carrying out -- relativity -- it is pivotable. 1st Rota 41 is equipped with two or more vanes 43 prolonged in a radial.

[0041] the inside of a case 37 -- housing 40 -- the case 37 -- receiving -- relativity -- it is arranged pivotable. Housing 40 is equipped with the 1st housing 44, a plate 46, and the 2nd housing 47. the 1st housing 44 -- the perimeter in 1st Rota 41 -- relativity -- it is arranged pivotable. The projected part 45 of plurality (a vane 43 and same number) jutted out over the inner skin of the 1st housing 44 towards the direction of a core is formed in the hoop direction for every abbreviation equiangular. And after the inner skin of the 1st housing 44 has contacted possible [ sliding of the tip of said vane 43 ], it is located between the vanes 43 which each projected part 45 adjoins, and the tip of this projected part 45 touches the peripheral face of 1st Rota 41 possible [ sliding ].

[0042] the 1st housing 44 receives the pressure of a fluid by the projected part 45 -- 1st Rota 41 -- receiving -- relativity -- it is pivotable. In addition, in 1st Rota 41 and the 1st housing 44, in order to enlarge a projected net area, many vanes 43 and



projected parts 45 are formed. With this operation gestalt, although "12" is set up as these numbers, it cannot pass over this to an example, but it can be changed suitably.

[0043] As shown in drawing 2 and drawing 4 , a plate 46 and the 2nd housing 47 are arranged rather than the 1st housing 44 in the case 37 at the cam shaft 23 side. These plates 46 and the 2nd housing 47 are really connected with the 1st housing 44 pivotable by the pin 48. Two or more projected parts 49 jutted out over the inner skin of the 2nd housing 47 towards the direction of a core are formed in the hoop direction for every abbreviation equiangular.

[0044] The rotation phase of housing 40 turns into "latest phase", when at least one projected part 45 in the 1st housing 44 contacts the vane 43 on the backside about the hand of cut of a cam shaft 23 (refer to drawing 12 ). Moreover, this rotation phase turns into "a phase which progressed most", when at least one projected part 45 contacts the vane 43 by the side of before [ about the hand of cut of a cam shaft 23 ] (refer to drawing 14 and drawing 16 ).

[0045] 2nd Rota 51 is arranged in the 2nd housing 47, and this Rota 51 is really concluded by the cam shaft 23 pivotable by the bolt 52 grade. 2nd Rota 51 has two or more vanes 53 prolonged in a radial. And after the peripheral face for a core of 2nd Rota 51 has contacted possible [ sliding of the tip of a projected part 49 ], it is located between the projected parts 49 which each vane 53 adjoins, and is in contact with the inner skin of the 2nd housing 47 possible [ sliding ].

[0046] 2nd Rota 51 carries out relative rotation to housing 40 by receiving the pressure of a fluid by the vane 53. The rotation phase of the cam shaft 23 over a crankshaft 17 changes with these relative rotations by predetermined within the limits. In addition, there are few projected parts 49 and vanes 53 than said projected part 45 and vane 43. With this operation gestalt, although "4" is set up as these numbers, it can change suitably.

[0047] The rotation phase of 2nd Rota 51 turns into "latest phase", when at least one vane 53 contacts the projected part 49 on the backside about the hand of cut of a cam shaft 23 (refer to drawing 13 ). Moreover, this rotation phase turns into "a phase which progressed most", when at least one vane 53 contacts the projected part 49 by the side of before [ about the hand of cut of a cam shaft 23 ].

[0048] As a pressure of the fluid for carrying out relative rotation of 2nd Rota 51, the oil pressure of the hydraulic oil 71 which is the working fluid of an engine 11 is used. In detail, the space between the projected parts 49 adjoined in the 2nd housing 47 is divided by the vane 53 in two space. Among these, about the hand of cut of a cam shaft 23, the space by the side of a front [ vane / 53 ] serves as the lag side oil

pressure room 54, and the space on the backside serves as the tooth-lead-angle side oil pressure room 55.

[0049] The lag side cut way 56 connected with the lag side oil pressure room 54 and the tooth-lead-angle side cut way 57 connected with the tooth-lead-angle side oil pressure room 55 are formed in the cylinder head 12, the cam shaft 23, and the 2nd Rota 51 grade. The supply path 59 and two discharge paths 61 are connected to both the oilways 56 and 57 through the oil control valve (OCV) 58. OCV58 -- electromagnetism -- it is the flow control valve of a drive type, and is controlled by the electronic control (ECU) 62 for engine control. The supply path 59 was connected with the oil pan mechanism 64 through the oil pump 63, and both the discharge path 61 is connected with the direct oil pan mechanism 64. an oil pump 63 carries out drive connection at a crankshaft 17 -- having -- \*\*\*\* -- operation of an engine 11 -- following -- operating -- an oil pan mechanism 64 to the hydraulic oil 71 -- suction -- and the regurgitation is carried out. In addition, hydraulic oil 71 has the property that viscosity becomes low in connection with the temperature rise of an engine 11, as everyone knows.

[0050] Drawing 5 - drawing 7 show the internal structure of OCV58. Lag side port 65a, tooth-lead-angle side port 65b, supply-port 65c, and the discharge ports 65d and 65e are formed in the casing 65 of OCV58. The lag side cut way 56, the tooth-lead-angle side cut way 57, the supply path 59, and both the discharge path 61 are connected to each [ these ] ports 65a-65e, respectively. The spool 68 by which was equipped with four valve portions 66, and elastic energization was carried out with the spring 67 is held in the interior of casing 65 possible [ reciprocation ]. OCV58 -- ECU62 -- electromagnetism -- duty control of the resistance welding time to a solenoid 69 is carried out. The location of spool 68 is changed according to this control, and each ports 65a-65e are opened and closed by the valve portion 66.

[0051] For example, when a duty ratio is 0%, as shown in drawing 5 , a spring 67 develops and spool 68 is arranged at an end side (right-hand side of drawing 5 ). The lag side cut way 56 and the supply path 59 are open for free passage, and the hydraulic oil 71 in an oil pan mechanism 64 is supplied to the lag side oil pressure room 54. Moreover, the tooth-lead-angle side cut way 57 and the discharge path [ on the other hand / (left of drawing 5 ) ] 61 are open for free passage, and the hydraulic oil 71 in the tooth-lead-angle side oil pressure room 55 is returned to an oil pan mechanism 64. Consequently, 2nd Rota 51 carries out relative rotation to an opposite direction (the direction of a lag) with the hand of cut of a cam shaft 23 to housing 40. As this relative rotation is shown in drawing 13 , it stops at the place where the vane 53

contacted the projected part 49 on the backside about the hand of cut of a cam shaft 23.

[0052] Moreover, when a duty ratio is 100%, as shown in drawing 6 , spool 68 makes a spring 67 compress and is arranged at an other end side (left-hand side of drawing 6 ). The tooth-lead-angle side cut way 57 and the supply path 59 are open for free passage, and the hydraulic oil 71 in an oil pan mechanism 64 is supplied to the tooth-lead-angle side oil pressure room 55. Moreover, the lag side cut way 56 and the discharge path 61 of another side (method of the right of drawing 6 ) are open for free passage, and the hydraulic oil 71 in the lag side oil pressure room 54 is returned to an oil pan mechanism 64. Consequently, 2nd Rota 51 carries out relative rotation to housing 40 to the hand of cut (the direction of a tooth lead angle) of a cam shaft 23. This relative rotation stops at a vane 53 contacting the projected part 49 by the side of before [ about the hand of cut of a cam shaft 23 ].

[0053] Therefore, by changing a duty ratio into arbitration among 0 – 100%, supply and discharge of the hydraulic oil to the lag side oil pressure room 54 and the tooth-lead-angle side oil pressure room 55 can be performed, and the oil pressure within each oil pressure room 54 and 55 can be adjusted. By this adjustment, the rotation phase of 2nd Rota 51 can be changed into arbitration in the range from “the latest phase” to “the phase which progressed most.”

[0054] Furthermore, OCV58 functions as the 2nd drain device which an engine shutdown is made to discharge to the exterior of the 2nd housing 47 with the hydraulic oil 71 in the 2nd housing 47. detailed -- a halt of an engine 11 -- following -- ECU62 -- electromagnetism -- the energization to a solenoid 69 is stopped. the time of the duty ratio which the spring 67 elongated further rather than drawing 5 , and the spool 68 mentioned above being 0% as OCV58 shows to drawing 7 with this energization halt -- further -- electromagnetism -- it moves to a solenoid 69 side. And when spool 68 moves to this location, the magnitude of a valve portion 66, the location, etc. the magnitude of Ports 65a-65e, a location, etc. are set up so that both the lag side cut way 56 and the tooth-lead-angle side cut way 57 may be open for free passage to the discharge path 61, respectively.

[0055] As shown in drawing 2 and drawing 3 , the oil pressure of said hydraulic oil 71 is used as a pressure of the fluid for carrying out relative rotation of the housing 40 to 1st Rota 41. In detail, the space on the backside [ vane / 43 ] is lag side oil pressure room 72a about the hand of cut of a cam shaft 23 among the space between the projected parts 45 adjoined in the 1st housing 44. Moreover, the space by the side of a front [ vane / 43 ] is tooth-lead-angle side oil pressure room 72b.

[0056] While supplying hydraulic oil 71 to lag side oil pressure room 72a, the following devices are adopted as a means to make the hydraulic oil 71 discharge. As shown in drawing 2 and drawing 8 , path 73a which makes lag side oil pressure room 72a and level difference section 36a open for free passage is formed in the boundary part with the covering 36 of 1st Rota 41. Moreover, path 73b which makes tooth-lead-angle side oil pressure room 72b and the central pore 74 open for free passage is formed in the part of the plate 46 approach of 1st Rota 41. The hold hole 76 is formed in the part on the same axis as a cam shaft 23 in the chain covering 75 of an engine 11, and the valve element 77 is held possible [ reciprocation ] and pivotable in this. The edge by the side of the cam shaft 23 of a valve element 77 penetrated covering 36, and has entered into the central pore 74. Elastic energization of the valve element 77 is always carried out with the spring 78 arranged in the central pore 74 to the chain covering 75 side.

[0057] the chain covering 75 -- a plunger 79 and electromagnetism -- the solenoid valve 81 which has a coil 80 is attached. A plunger 79 enters in the hold hole 76, and is connected with the valve element 77 through bearing 82. electromagnetism -- a coil 80 is excited by energization, resists said spring 78, and moves a plunger 79 to a cam shaft 23 side. electromagnetism -- the energization to a coil 80 is controlled by said ECU62. concrete -- the time of operation of an engine 11 -- electromagnetism -- it energizes in a coil 80 (ON) and energization is stopped at the time of a halt (off).

[0058] The oil-removing oilway 90 for the oil removing at the time of the 1st Rota tooth lead angle is formed in the valve element 77. In the end face of a valve element 77 located in the central pore 74, opening of the edge of the upstream of the oil-removing oilway 90 is carried out, and opening of the edge of the downstream is carried out in the peripheral face of this valve element 77. Vertical double door opening is always wide opened irrespective of the location of a valve element 77.

[0059] The supply path 83 of hydraulic oil 71 is formed in the valve element 77 and the chain covering 75 grade. The edge of the upstream of the supply path 83 is connected with the oil pan mechanism 64 through the oil pump 63. Among the supply paths 83, the amount of [ in a valve element 77 ] downstream extends in a radial, and it is carrying out opening by the peripheral face of this valve element 77. opening 83a is shown in drawing 8 -- as -- electromagnetism -- when a valve element 77 moves to a cam shaft 23 side with the energization (ON) to a coil 80, it agrees in level difference section 36a of covering 36. The supply path 83 and lag side oil pressure room 72a are opened for free passage by this agreement through opening 83a, level difference section 36a, and path 73a, and as hydraulic oil 71 shows this drawing 8 by the arrow



head of a continuous line, this oil pressure room 72a is supplied. At this time, opening 83a, level difference section 36a, and path 73a function as a supply path. Moreover, at this time, as the arrow head of a broken line shows drawing 8, after the hydraulic oil 71 in tooth-lead-angle side oil pressure room 72b flows in the central pore 74 through path 73b, it is discharged through the oil-removing oilway 90 in the exterior of housing 40. 1st Rota 41 rotates in the direction of a lag by supply of the hydraulic oil 71 to such lag side oil pressure room 72a, and discharge of the hydraulic oil 71 from tooth-lead-angle side oil pressure room 72b.

[0060] on the other hand, opening 83a is shown in drawing 9 -- as -- electromagnetism -- an energization halt (OFF) to a coil 80 -- following -- a valve element 77 -- electromagnetism -- when it moves to a coil 80 side, it separates from level difference section 36a. Although a part of opening 83a is connected with level difference section 36a, a part is wide opened to the exterior of housing 40. Therefore, the hydraulic oil 71 in lag side oil pressure room 72a is discharged in the exterior of housing 40 through path 73a, level difference section 36a, and opening 83a in order, as the arrow head of a continuous line shows this drawing 9. At this time, path 73a, level difference section 36a, and opening 83a function as a discharge path (drain path). Moreover, as the air in the central pore 74 shows drawing 9 by the arrow head of a broken line at this time, it flows in tooth-lead-angle side oil pressure room 72b through path 73b. 1st Rota 41 rotates in the direction of a tooth lead angle by discharge of the hydraulic oil 71 from such lag side oil pressure room 72a, and the inflow of the air to tooth-lead-angle side oil pressure room 72b.

[0061] Thus, the discharge path which makes the inside and outside of housing 40 open for free passage is constituted by path 73a, level difference section 36a, opening 83a, etc. Moreover, the closing motion valve 70 which opens only at the time of a halt of an engine 11 is constituted by the valve element 77, the spring 78, the solenoid valve 81, and the bearing 82 grade. Furthermore, the 1st drain device which a halt of an engine 11 is made to discharge with the hydraulic oil 71 in housing 40 by these discharge paths, a closing motion valve, etc. is constituted.

[0062] As shown in drawing 2, the oil switching valve (OSV) 84 is formed in the middle of the supply path 83 as a means for adjusting the oil pressure of the hydraulic oil 71 which acts from lag side oil pressure room 72a to the projected part 45 of the 1st housing 44. OSV84 -- electromagnetism -- it is the closing motion valve of a drive type, and is controlled by said ECU62 based on the operational status of an engine 11. By this control, at the time of usual operation of an engine 11, OSV84 closes the supply path 83 at the time of a halt etc., and opens this supply path 83 at the time of



the idle between \*\* etc. Hydraulic oil 71 is supplied to lag side oil pressure room 72a by disconnection of the supply path 83, and supply of hydraulic oil 71 is suspended by closing of this supply path 83.

[0063] And according to closing motion of the supply path 83 by OSV84, and closing motion of the discharge path (opening 83a) by reciprocation of a valve element 77, the oil pressure of the hydraulic oil 71 which acts on the projected part 45 of the 1st housing 44 is adjusted, and housing 40 carries out relative rotation to 1st Rota 41.

[0064] Furthermore, the torsion coiled spring 86 is used as an energization means which carries out elastic energization in the direction (the direction of a tooth lead angle) which changes the 1st housing 44 from "the latest phase" to "the phase which progressed most." The torsion coiled spring 86 is arranged in the central pore 74, one edge is stopped in 1st Rota 41, and the other-end section is stopped by the plate 46. Also when said running torque of a cam shaft 23 becomes the largest with the fall of an engine speed as this torsion coiled spring 86, what has the spring force of the magnitude which overcomes that running torque is used.

[0065] As relative rotation of housing 40 was mentioned above, at least one projected part 45 is regulated by contacting the vane 43 of the order about the hand of cut of a cam shaft 23. Among these, the vane 43 by the side of before [ about the hand of cut of a cam shaft 23 ] functions as a rotation regulation means to regulate that housing 40 carries out relative rotation in the direction of a tooth lead angle more than it.

[0066] The basic frame of valve timing adjustable equipment 34 is constituted as mentioned above. According to this adjustable equipment 34, rotation of a crankshaft 17 is transmitted to an intake valve 21 through 1st Rota 41, housing 40, hydraulic oil 71, 2nd Rota 51, and cam shaft 23 grade. By this transfer, an intake valve 21 opens and closes to predetermined actuation timing (valve timing). This valve timing is changed by predetermined within the limits, when housing 40 carries out relative rotation to 1st Rota 41, or 2nd Rota 51 carries out relative rotation to housing 40 and a cam shaft 23 carries out relative rotation to a crankshaft 17. If another expression is carried out, the range with which the rotation phase of the housing 40 to 1st Rota 41 and the rotation phase of 2nd Rota 51 to housing 40 were doubled, i.e., the range of the relative rotation which 2nd Rota 51 can take to 1st Rota 41, will be described above "the predetermined range", and the rotation phase of a cam shaft 23 will be changed by this predetermined within the limits.

[0067] Relative rotation of housing 40 is performed based on the elastic energization force to the direction of a tooth lead angle by the oil pressure of hydraulic oil 71, and the torsion coiled spring 86 etc. However, since the vane 43 by the side of before

[ about the hand of cut of a cam shaft 23 ] functions as a rotation regulation means in 1st Rota 41, relative rotation of housing 40 is regulated when the projected part 45 contacts said vane 43. Moreover, relative rotation of the 2nd Rota is performed based on the running torque by the oil pressure of the hydraulic oil 71 supplied through an oilway 56 and 57 grades, and the cam shaft 23 etc.

[0068] The movable range which is range which 2nd Rota 51 can actually take changes with the rotation phases of the housing 40 to 1st Rota 41. When the rotation phase of housing 40 is "latest phase", the movable range of 2nd Rota 51 becomes max (the "maximum lag phase" – "the maximum tooth-lead-angle phase"), i.e., said predetermined range. When housing 40 carries out relative rotation at within the limits from the above "the latest phase" to just before the rotation phase regulated by the vane 43, the movable range of 2nd Rota 51 is restricted to the range from the rotation phase of the housing 40 at that time to the "maximum tooth-lead-angle phase." On the other hand, a vane's 43 regulation of the relative rotation to the direction of a tooth lead angle of housing 40 restricts the movable range of 2nd Rota 51 to the range from the "cadaveric position phase" which carried out the tooth lead angle among [ "phase / maximum lag" ] said predetermined range to the "maximum tooth-lead-angle phase." Here, from a viewpoint of a rotation phase over a crankshaft 17, the "cadaveric position phase" of a cam shaft 23 is the same as "the phase which progressed most" of housing 40.

[0069] According to the rotation phase of housing 40, of the elastic energization force of the torsion coiled spring 86, 2nd Rota 51 is influenced or is not influenced. If 2nd Rota 51 will become the latest among the movable range when the rotation phase of housing 40 is in the range ("latest phase" – "the phase which progressed most") which does not receive regulation by the vane 43, housing 40 and 2nd Rota 51 will be in the condition of having been connected possible [ power transfer ] about the hand of cut of a cam shaft 23. For this reason, the elastic energization force of the torsion coiled spring 86 in which it has joined housing 40 will be transmitted also to 2nd Rota 51 through this housing 40.

[0070] On the other hand, when the relative rotation to the direction of a tooth lead angle of housing 40 is regulated by the vane 43, 2nd Rota 51 is not influenced of the elastic energization force. This is because housing 40 will not carry out relative rotation in the direction of a tooth lead angle any more by rotation regulation of a vane 43, said connection condition about said hand of cut is canceled and the power transfer to 2nd Rota 51 from housing 40 is intercepted.

[0071] Therefore, it is possible to change various rotation phases of a cam shaft 23 by

adjusting the oil pressure of the hydraulic oil 71 which joins housing 40 and 2nd Rota 51 according to the operational status (a halt being included) of an engine 11 etc.

[0072] Valve timing adjustable equipment 34 is further equipped with the 1st lock device 87 and the 2nd lock device 95. The 1st lock device 87 is a device for connecting with relative rotation impossible the 1st housing 44 with which the relative rotation to the direction of a tooth lead angle was regulated by the vane 43 in 1st Rota 41. If this device 87 is explained, as shown in drawing 10, the hold hole 88 with a level difference is formed in the predetermined vane 43 of 1st Rota 41 in parallel with a cam shaft 23, and the 1st lock pin 89 of a collar head is inserted in it possible [ sliding ] in this. Elastic energization of the 1st lock pin 89 is always carried out with the spring 91 to the plate 46 side. On the other hand, the lock hole 92 is formed in the part corresponding to the hold hole 88 in the plate 46, and when this lock hole 92 agrees in the hold hole 88, the tip of the 1st lock pin 89 by which elastic energization was carried out with the spring 91 is inserted. In addition, the part corresponding to the hold hole 88 is a part corresponding to the hold hole 88, when the relative rotation to the direction of a tooth lead angle of the 1st housing 44 is regulated by the vane 43.

[0073] In the hold hole 88, the space between flange 89a of the 1st lock pin 89 and level difference 88a of this hold hole 88 is open for free passage to lag side oil pressure room 72a through a path 93, and hydraulic oil 71 is supplied from this oil pressure room 72a. Moreover, the pars basilaris ossis occipitalis of the lock hole 92 is open for free passage to lag side oil pressure room 72a through a path 94, and hydraulic oil 71 is supplied from this oil pressure room 72a.

[0074] By the 1st lock device 87 of the above-mentioned configuration, it is the idle time of an engine 11 etc., and when hydraulic oil 71 is supplied to lag side oil pressure room 72a, the 1st lock pin 89 resists a spring 91 with the oil pressure of the hydraulic oil 71 from this oil pressure room 72a, and it is extracted from the lock hole 92. A lock is canceled and relative rotation of the housing 40 to 1st Rota 41 is attained.

[0075] Moreover, in the time of a halt of an engine 11 etc., if supply of the hydraulic oil 71 to lag side oil pressure room 72a is suspended and oil pressure falls, the 1st lock pin 89 tends to project from the hold hole 88 with a spring 91. If the lock hole 92 has agreed in the hold hole 88 at this time, the 1st lock pin 89 will project from the hold hole 88, and will be inserted in the lock hole 92, housing 40 will be connected with 1st Rota 41 (lock), and it will be held at "the phase which progressed most."

[0076] The 2nd lock device 95 is a device for connecting 2nd Rota 51 with housing 40 at relative rotation impossible, when a cam shaft 23 becomes a cadaveric position phase. This device 95 has the same configuration as the 1st lock device 87 mentioned

above. As shown in drawing 11 , the hold hole 96 with a level difference is formed in the predetermined vane 53 of 2nd Rota 51 in parallel with a cam shaft 23, and the 2nd lock pin 97 of a collar head is inserted in it possible [ sliding ] in this. Elastic energization of the 2nd lock pin 97 is always carried out with the spring 98 to the sprocket 25 side. On the other hand, the lock hole 99 is formed in the part corresponding to the hold hole 96 in the pars basilaris ossis occipitalis of the case body 35, and when the hold hole 96 agrees in the lock hole 99 with relative rotation of 2nd Rota 51, the tip of the 2nd lock pin 97 by which elastic energization was carried out with the spring 98 is inserted. In addition, the part corresponding to the hold hole 96 is a part corresponding to the hold hole 96, when the rotation phase of a cam shaft 23 turns into a cadaveric position phase.

[0077] In the hold hole 96, the space between flange 97a of the 2nd lock pin 97 and level difference 96a of this hold hole 96 is open for free passage in the lag side oil pressure room 54 through a path 101, and hydraulic oil 71 is supplied from this oil pressure room 54. Moreover, the pars basilaris ossis occipitalis of the lock hole 99 is open for free passage in the tooth-lead-angle side oil pressure room 55 through a path 102, and hydraulic oil 71 is supplied from this oil pressure room 55.

[0078] By the 2nd lock device 95 of the above-mentioned configuration, it is at the engine 11 operation-time, and when hydraulic oil 71 is supplied to either [ at least ] the lag side oil pressure room 54 or the tooth-lead-angle side oil pressure room 55, the 2nd lock pin 97 resists a spring 98 with the oil pressure, and it is extracted from the lock hole 99. A lock is canceled and relative rotation of 2nd Rota 51 to housing 40 is attained.

[0079] Moreover, it is at the engine's 11 halt time, and if supply of hydraulic oil 71 in the lag side oil pressure room 54 and the tooth-lead-angle side oil pressure room 55 is suspended and oil pressure falls, the 2nd lock pin 97 tends to project from the hold hole 96 with a spring 98. If the hold hole 96 has agreed in the lock hole 99 at this time, the 2nd lock pin 97 will project from the hold hole 96, and will be inserted in the lock hole 99, and 2nd Rota 51 will be connected with housing 40 through a case 37 (lock). It becomes impossible to housing 40 relative rotating 2nd Rota 51, and the rotation phase of a cam shaft 23 is held at a cadaveric position phase.

[0080] Next, an operation of the above-mentioned valve timing adjustable equipment 34 is explained for every operational status of an engine 11. Drawing 12 and drawing 13 show the housing 40 at the time of the idle between \*\* of an engine 11, and the condition of Rota 41 and 51. At this time, the supply path 83 is wide opened by energization of OSV84, it moves to the location which a valve element 77 shows by



drawing 8 by energization of a solenoid valve 81, and opening 83a agrees in level difference section 36a. The supply path 83 will be in the condition that it was open for free passage to level difference section 36a and path 73a through opening 83a. Opening 83a, level difference section 36a, and path 73a function as a supply path.

[0081] As the arrow head of a continuous line shows this drawing 8, hydraulic oil 71 is supplied in lag side oil pressure room 72a through the supply path 83 (opening 83a is included), level difference section 36a, and path 73a. As the arrow head of a broken line shows drawing 8, after the hydraulic oil 71 in tooth-lead-angle side oil pressure room 72b flows in the central pore 74 through path 73b, it escapes from and comes out of it to the exterior of housing 40 through the oil-removing oilway 90. On the other hand, OCV58 is controlled by the 2nd housing 47 so that the oil pressure in the lag side oil pressure room 54 becomes large rather than the inside of the tooth-lead-angle side oil pressure room 55. By the lock devices 87 and 95, the 1st lock pin 89 and the 2nd lock pin 97 have escaped from and come out from the lock holes 92 and 99, and the lock is canceled.

[0082] For this reason, the torsion coiled spring 86 is resisted and housing 40 rotates in the direction of a lag. This rotation stops at at least one projected part 45 of the 1st housing 44 contacting the vane 43 of 1st Rota 41. Although the projected part 49 rotates in the direction of a lag with rotation of housing 40, 2nd Rota 51 also follows rotation of said housing 40, and is rotated in this direction. This rotation stops at at least one of the vanes 53 of 2nd Rota 51 contacting the projected part 49 of the 2nd housing 47. Consequently, the rotation phase of the cam shaft 23 over a crankshaft 17 will be in the condition (the maximum lag phase) of having been most late. In the maximum lag phase, the actuation timing of an intake valve 21 becomes the latest to rotation of a crankshaft 17.

[0083] Drawing 14 and drawing 15 show the housing 40 at the time of usual operation of an engine 11, and the condition of Rota 41 and 51. At this time, the supply path 83 is closed by energization halt of OSV84, it moves to the location which a valve element 77 shows by drawing 8 by energization of a solenoid valve 81, and opening 83a agrees in level difference section 36a like the time of the idle between said \*\*. Hydraulic oil 71 is not supplied to lag side oil pressure room 72a of the 1st housing 44. On the other hand, in the 2nd housing 47, supply and discharge of the hydraulic oil 71 to the lag side oil pressure room 54 and the tooth-lead-angle side oil pressure room 55 are adjusted by duty control of OCV58.

[0084] In the process in which the housing 40 by which elastic energization was carried out with the torsion coiled spring 86 carries out relative rotation in the



direction of a tooth lead angle, the hold hole 88 agrees in the lock hole 92 in the 1st lock device 87. The 1st lock pin 89 enters the lock hole 92, housing 40 is connected with 1st Rota 41 (lock), and the rotation phase of this housing 40 is held at "the phase which progressed most."

[0085] In 2nd Rota 51, although the relative rotation by the side of a lag is regulated rather than it on the basis of a cadaveric position phase, the relative rotation by the side of a tooth lead angle does not receive a limit. Therefore, the rotation phase of the cam shaft 23 over a crankshaft 17 can be made to change into arbitration by relative rotation of 2nd Rota 51 in the range in the cadaveric position phase which carried out the tooth lead angle a little from the maximum lag phase, and the condition (the maximum tooth-lead-angle phase) of having progressed most.

[0086] In the maximum tooth-lead-angle phase, the actuation timing of an intake valve 21 becomes early most to rotation of a crankshaft 17. Moreover, the rotation phase of the cam shaft 23 over a crankshaft 17 can be changed by within the limits from a cadaveric position phase to the maximum tooth-lead-angle phase, and actuation timing of an intake valve 21 can be made into the timing of arbitration.

[0087] Drawing 16 and drawing 17 show the housing 40 when actuation for an engine shutdown — OFF actuation of in GUNISHONKI is carried out — is performed (at the time of an engine shutdown), and the condition of Rota 41 and 51. At this time, the supply path 83 is closed by energization halt of OSV84, it moves to the location which a valve element 77 shows by drawing 9 by energization halt of a solenoid valve 81, and opening 83a separates from level difference section 36a. It will be in the condition that level difference section 36a and path 73a were connected with the exterior of housing 40 through opening 83a. Opening 83a, level difference section 36a, and path 73a function as a discharge path. The air in the central pore 74 can flow into tooth-lead-angle side oil pressure room 72b through path 73b.

[0088] Hydraulic oil 71 is not supplied to the 1st housing 44, but as the arrow head of a continuous line shows drawing 9, the hydraulic oil 71 in lag side oil pressure room 72a is discharged in the exterior of housing 40 through path 73a, level difference section 36a, and opening 83a. Moreover, the lag side cut way 56 and the tooth-lead-angle side cut way 57 are open for free passage to the discharge path 61, respectively, and the hydraulic oil 71 in the lag side oil pressure room 54 and the tooth-lead-angle side oil pressure room 55 is discharged by energization halt of OCV58 in the 2nd housing 47 both.

[0089] Although the running torque by the cam of a cam shaft 23 has joined 2nd Rota 51 and this running torque moreover increases with the fall of an engine speed, the

spring force of the \*\*\*\*(ed) torsion coiled spring 86 overcomes this running torque, and housing 40 carries out relative rotation to a tooth-lead-angle side. In process of this relative rotation, the hold hole 88 agrees in the lock hole 92, and the 1st lock pin 89 enters the lock hole 92. Housing 40 is connected with relative rotation impossible in 1st Rota 41 (lock), and the rotation phase of this housing 40 is held at "the phase which progressed most." Moreover, the hold hole 96 agrees in the lock hole 99 in the process in which 2nd Rota 51 carries out relative rotation, and the 2nd lock pin 97 enters the lock hole 99. 2nd Rota 51 is connected with a case 37 (lock), and the rotation phase of a cam shaft 23 is held at a cadaveric position phase.

[0090] As explained in full detail above, with this operation gestalt, conventional Rota and the combination of housing are changed into 1st Rota 41, housing 40, and the combination of 2nd Rota 51 by dividing Rota into two. The various effectiveness taken below is acquired from this.

[0091] (1) Use the big torsion coiled spring 86 of the spring force as an energization means. For this reason, the running torque of a cam shaft 23 can be resisted, relative rotation of the housing 40 can be carried out in the direction of a tooth lead angle, and a rotation phase can be changed into "the phase which progressed most." The rotation phase of a cam shaft 23 can be made into the cadaveric position phase which is latest rotation phase among the movable range restricted with housing 40. Thus, the rotation phase of a cam shaft 23 can be certainly made into a cadaveric position phase by the time of starting of an engine 11. For this reason, at the time of engine starting, it becomes possible to perform starting stabilized in the cadaveric position phase, and the reduction effectiveness of exhaust air emission, such as HC at the time of starting, can be expected.

[0092] (2) The rotational speed of a crankshaft 17 falls at the time of the idle between \*\*, and the oil pressure of hydraulic oil 71 falls. On the occasion of relative rotation of the housing 40 to "the latest phase", the force of the magnitude which overcomes the elastic energization force of the torsion coiled spring 86 is needed.

[0093] On the other hand, with this operation gestalt, the number of projected parts 45 is increased and the projected net area of the 1st housing 44 is increased. For this reason, in spite of using the big torsion coiled spring 86 of the spring force, the force of the magnitude which overcomes it can be generated, the rotation phase of housing 40 can be changed into "the latest phase", and the rotation phase of a cam shaft 23 can be certainly made into the maximum lag phase. Thus, by making it the maximum lag phase, the combustion at the time of idle operation is stabilized, and improvement in fuel consumption can be realized.

[0094] (3) Energization of OSV84 was stopped at the time of usual operation of an engine 11, and supply of the hydraulic oil 71 to lag side oil pressure room 72a is suspended by closing the supply path 83. By this halt, the spring force of the torsion coiled spring 86 is opened wide, and the 1st housing 44 carries out relative rotation in the direction of a tooth lead angle. For this reason, the rotation phase of a cam shaft 23 can be applied to the maximum tooth-lead-angle phase from a cadaveric position phase, and it can be made to change to arbitration by adjusting the oil pressure which acts on a vane 53, and carrying out relative rotation of 2nd Rota 51. An intake valve 21 can be made to open and close by the valve timing suitable for operational status.

[0095] (4) He makes it the spring force join housing 40 directly, and is trying not to get across to 2nd Rota 51 indirectly by twisting between 1st Rota 41 and housing 40, and forming coiled spring 86. Therefore, even if it differs in 1st Rota 41 and the 1st housing 44, it makes [ many ] the number of a vane 53 and projected parts 49 about 2nd Rota 51 and the 2nd housing 47 and it does not increase a projected net area, it ends. For this reason, the evil [ the time of operation ] by increasing a projected net area usually, i.e., 2nd Rota 51 reacts sensitively to the pressure variation of hydraulic oil 71, can be controlled. It becomes easy to control a cam shaft 23 to a desired rotation phase, and the precision of control improves.

[0096] Furthermore, according to this operation gestalt, the following effectiveness also does so besides aforementioned (1) – (4).

(5) The 1st lock device 87 is established between housing 40 and 1st Rota 41. For this reason, the oil pressure of hydraulic oil 71 falls, for example with a halt of an engine 11, and if the spring force of the torsion coiled spring 86 is opened wide and the rotation phase of housing 40 is changed into "the phase which progressed most", that housing 40 will be connected with relative rotation impossible by the 1st lock device 87 in 1st Rota 41. That is, the rotation phase of housing 40 is held at "the phase which progressed most", and the movable range of relative rotation of 2nd Rota 51 is restricted certainly. For this reason, the rotation phase of a cam shaft 23 can be held to a cadaveric position phase by relative rotation by the side of the lag of 2nd Rota 51.

[0097] Moreover, if the oil pressure of the hydraulic oil 71 which acts on a projected part 45 falls by energization halt to OSV84, for example at the time of usual operation of an engine 11, also in this case, like the above, the rotation phase of housing 40 will be changed into "the phase which progressed most", and will be connected with 1st Rota 41 by the 1st lock device 87. For this reason, housing 40 can be held to "the phase which progressed most", the movable range of relative rotation of 2nd Rota 51 can be restricted, and it can prevent that the rotation phase of a cam shaft 23

becomes later than a cadaveric position phase.

[0098] (6) The 2nd lock device 95 is established between 2nd Rota 51 and a case 37. For this reason, if an engine 11 is suspended, housing 40 is locked by the 1st lock device 87, and when a rotation phase is not only held at "the phase which progressed most", but the rotation phase of a cam shaft 23 turns into a cadaveric position phase by relative rotation by the side of the lag of 2nd Rota 51, 2nd Rota 51 is locked by the 2nd lock device 95. Therefore, a cam shaft 23 can be held to the cadaveric position phase suitable for starting during a halt of an engine 11 with these housing 40 and the lock of 2nd Rota 51.

[0099] (7) When either [ at least ] housing 40 or 2nd Rota 51 is not locked by the lock devices 87 and 95 at the time of a halt of an engine 11, it is necessary to make it lock temporarily at the time of the next starting. However, when an engine 11 starts under very low temperature, the viscosity of hydraulic oil 71 is high and there is a possibility that this hydraulic oil 71 may bar a move of housing 40 and 2nd Rota 51.

[0100] On the other hand, with this operation gestalt, the 1st drain device and the 2nd drain device are prepared in valve timing adjustable equipment 34. For this reason, if an engine 11 is suspended, the hydraulic oil 71 in the 1st housing 44 will be discharged by the 1st drain device with that halt, and the hydraulic oil in the 2nd housing 47 will be discharged by the 2nd drain device. Therefore, even if it starts under very low temperature as mentioned above, both the housing 44 that bars a move of the 1st housing 44 and 2nd Rota 51, and the hydraulic oil 71 in 47 have decreased. For this reason, even if the lock by the lock devices 87 and 95 is not performed proper with a halt of an engine 11, at the time of starting, relative rotation of housing 40 and 2nd Rota 51 can be carried out, and the rotation phase of a cam shaft 23 can be made into a cadaveric position phase.

[0101] Especially, immediately after a halt of an engine 11, the temperature of hydraulic oil 71 is high, and since viscosity is low, hydraulic oil 71 can be discharged smoothly.

(8) Twist as an energization means and use coiled spring 86. For this reason, compared with the case where the spring of other classes is used as an energization means, the big elastic energization force can be acquired easily.

[0102] In addition, this invention can be materialized in another operation gestalt shown below.

- The torsion coiled spring 86 is stopped by the case 37 in the end section, and should just be stopped by housing 40 in the other end. Therefore, unlike said operation gestalt, in a case 37, it may be stopped in parts other than 1st Rota 41, and housing 40

in parts other than plate 46.

[0103] – The valve timing adjustable equipment of this invention is applied to the exhaust side cam shaft 24, and you may make it change the actuation timing of an exhaust air bulb. Moreover, valve timing adjustable equipment may be applied to both the inspired air flow path cam shaft 23 and the exhaust side cam shaft 24.

[0104] – As an energization means, the spring of a different class from torsion coiled spring may be used, or elastic members other than a spring may be used. Moreover, the device using elastic energization force, such as a spring, may be adopted as an energization means. What is necessary is in short, just to carry out elastic energization of 1st Rota 41 to a tooth-lead-angle side.

[0105] In addition, the technical thought which can be grasped from said each operation gestalt is indicated with those effectiveness.

(A) in the valve timing adjustable equipment of the internal combustion engine of any one publication of claim 1–5, the end was stopped in said 1st Rota and, as for said energization means, the other end was stopped by said housing — twist and it consists of coiled spring.

[0106] According to the above-mentioned configuration, compared with the case where the spring of other classes is used as an energization means, the big elastic energization force can be acquired easily.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The fragmentary sectional view showing the engine equipped with the valve timing adjustable equipment of this invention.

[Drawing 2] The sectional view showing the supply structure of the hydraulic oil to valve timing adjustable equipment and this equipment.

[Drawing 3] The 3–3 line expanded sectional view of drawing 2 .

[Drawing 4] The 4–4 line expanded sectional view of drawing 2 .

[Drawing 5] The fragmentary sectional view showing the mode of OCV of operation.

[Drawing 6] The fragmentary sectional view showing the mode of OCV of operation similarly.

[Drawing 7] The fragmentary sectional view showing the mode of OCV of operation similarly.

[Drawing 8] The fragmentary sectional view showing the mode of the 1st drain device



in valve timing adjustable equipment of operation.

[Drawing 9] The fragmentary sectional view showing the mode of the 1st drain device in valve timing adjustable equipment of operation similarly.

[Drawing 10] The 10–10 line expanded sectional view of drawing 3 .

[Drawing 11] The 11–11 line expanded sectional view of drawing 4 .

[Drawing 12] The partial expanded sectional view in which being drawing corresponding to drawing 3 and showing the mode of the 1st housing at the time of the engine idle between \*\* of operation.

[Drawing 13] The partial expanded sectional view in which being drawing corresponding to drawing 4 and showing the mode of the 2nd Rota in the engine idle between \*\* of operation.

[Drawing 14] The partial expanded sectional view in which being drawing corresponding to drawing 3 and showing the mode of the 1st housing at the time of usual operation of an engine of operation.

[Drawing 15] The partial expanded sectional view in which being drawing corresponding to drawing 4 and showing the mode of the 2nd Rota at the time of usual operation of an engine of operation.

[Drawing 16] The partial expanded sectional view in which being drawing corresponding to drawing 3 and showing the mode of the 1st housing at the time of an engine shutdown of operation.

[Drawing 17] The partial expanded sectional view in which being drawing corresponding to drawing 4 and showing the mode of the 2nd Rota at the time of an engine shutdown of operation.

[Description of Notations]

11 -- an engine, 17 -- crankshaft, 21 -- intake valve, and 23 -- a cam shaft, 34 -- valve timing adjustable equipment, 40 -- housing, and 41 -- the 1st Rota, 43 -- vane, 51 -- 2nd Rota, and 56 -- a lag side cut way, 57 -- tooth-lead-angle side cut way, 70 -- closing motion valve, and 71 -- hydraulic oil, 83 -- supply path, 84 --OSV, and 86 -- torsion coiled spring, the 87 -- 1st lock device, and the 95 -- 2nd lock device

(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A )

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-13716  
( P 2 0 0 3 - 1 3 7 1 6 A )  
(43) 公開日 平成15年 1 月15日 (2003. 1. 15)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
F01L 1/34		F01L 1/34	E 3G018
13/00	301	13/00	Y 3G092
F02D 13/02		F02D 13/02	H

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全16頁)

(21) 出願番号 特願2001-200662 ( P 2001 - 200662 )

(22) 出願日 平成13年 7 月 2 日 (2001. 7. 2)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

(72) 発明者 原田 高宏

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車 株式会社内

(72) 発明者 守谷 嘉人

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車 株式会社内

(74) 代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣 (外 1 名)

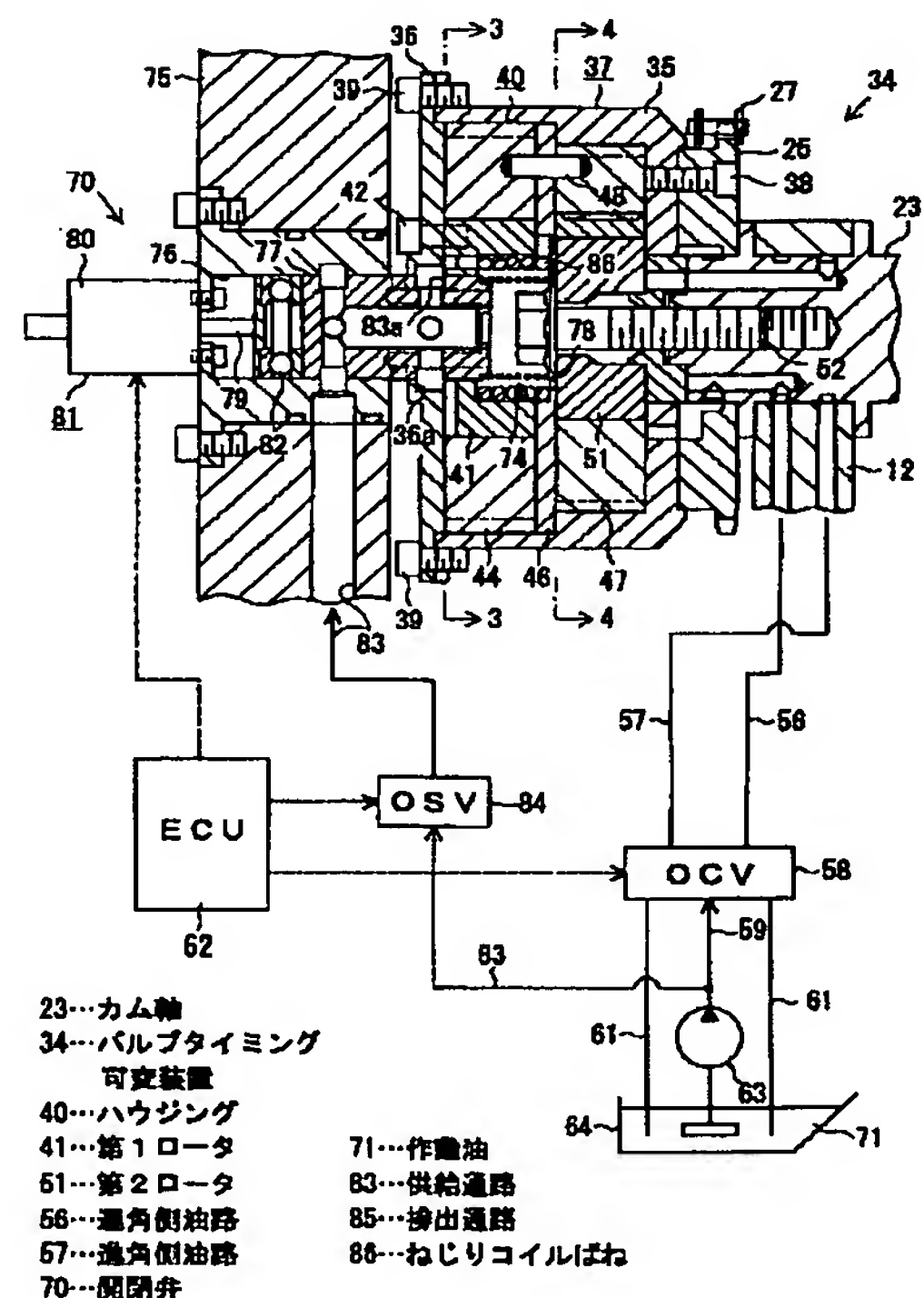
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関のバルブタイミング可変装置

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関の通常運転時における制御精度の低下を招くことなく、特定運転時にカム軸の回転位相を最遅角位相又は中間位相に変更できるようにする。

【解決手段】 第 1 ロータ 4 1 はクランク軸に駆動連結され、カム軸 2 3 に対し相対回転する。ハウジング 4 0 は所定通路を経て供給される作動油 7 1 の油圧により、第 1 ロータ 4 1 に対し相対回転する。第 2 ロータ 5 1 はカム軸 2 3 に一体回転可能に取り付けられ、ハウジング 4 0 とは別通路を経て供給される作動油 7 1 の油圧により、ハウジング 4 0 に対し相対回転する。その結果、クランク軸に対するカム軸 2 3 の回転位相が所定範囲内で変化する。ハウジング 4 0 を進角方向へ弾性付勢するねじりコイルばね 8 6 を設けるとともに、カム軸 2 3 の回転位相が所定範囲の中間位相になったとき、ハウジング 4 0 がそれ以上進角方向へ相対回転するのを規制する回転規制手段を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関のクランク軸に駆動連結され、かつバルブ駆動用カム軸に対し相対回転する第 1 ロータと、

所定通路を経て供給される前記内燃機関の作動流体の圧力により、前記第 1 ロータに対して相対回転するハウジングと、

前記ハウジング内に配置された状態で前記カム軸に一体回転可能に取付けられ、前記所定通路とは異なる通路を経て供給される前記作動流体の圧力に基づき同ハウジ

ングに対し相対回転することにより、前記クランク軸に対する前記カム軸の回転位相を所定範囲内で変更する第 2 ロータと、  
前記ハウジングを進角方向へ弾性付勢する付勢手段と、  
前記カム軸の回転位相が前記所定範囲の中間位相となったとき、前記ハウジングがそれ以上進角方向へ相対回転するのを規制する回転規制手段とを備えることを特徴とする内燃機関のバルブタイミング可変装置。

【請求項 2】 前記回転規制手段により相対回転の規制された前記ハウジングを前記第 1 ロータに相対回転不能に連結する第 1 ロック機構をさらに備える請求項 1 に記載の内燃機関のバルブタイミング可変装置。

【請求項 3】 前記内燃機関の停止にともない前記ハウジングが前記第 1 ロック機構により前記第 1 ロータに連結され、かつ前記第 2 ロータの相対回転により前記カム軸の回転位相が前記中間位相となったとき、同第 2 ロータを前記ハウジングに相対回転不能に連結する第 2 ロック機構をさらに備える請求項 2 に記載の内燃機関のバルブタイミング可変装置。

【請求項 4】 前記作動流体として、温度に応じて粘度の変化する作動油が用いられており、さらに、前記ハウジング内の前記作動油を前記内燃機関の停止にともない排出させるドレン機構が設けられている請求項 2 又は 3 に記載の内燃機関のバルブタイミング可変装置。

【請求項 5】 前記ドレン機構は、前記ハウジングの内外を連通させる排出通路と、その排出通路の途中に設けられ、かつ前記内燃機関の停止時にのみ開弁する開閉弁とを備える請求項 4 に記載の内燃機関のバルブタイミング可変装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、内燃機関における吸気バルブ及び排気バルブの少なくとも一方の作動タイミングを、機関運転状態に応じて変更するバルブタイミング可変装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 一般的な内燃機関では、クランク軸の回転がカム軸に伝達され、そのカム軸のカムにより吸・排気バルブが周期的に押下げられて往復動し、吸・排気通路を開閉する。このタイプの内燃機関では、クランク軸

に対するカム軸の回転位相が常に一定である。これに対し、近年では、出力の向上、エミッションの改善等を意図して、内燃機関にバルブタイミング可変装置を装着することが行われるようになってきている。同可変装置は、クランク軸に対するカム軸の回転位相を変化させ、吸・排気バルブの少なくとも一方の作動タイミング（バルブタイミング）を変更しようとするものである。

【0003】 この種のバルブタイミング可変装置として、例えば、特開平 1 1 - 2 4 1 6 0 8 号公報に開示されたバルブタイミング調整機構がある。この調整機構は、ハウジング及びロータを備えている。ハウジングはカム軸に相対回転可能に支持されるとともに、チェーン等によってクランク軸に駆動連結されている。ロータは外周に複数のベーンを有し、ハウジング内に收容された状態でカム軸に一体回転可能に取付けられている。ハウジング内部において、各ベーンの回転方向についての前後両側にはそれぞれ油圧室が形成されている。そして、内燃機関の運転状態に応じて、同機関の作動油が各油圧室に供給又は排出されることにより、ロータがハウジングに対して相対回転し、クランク軸に対するカム軸の回転位相が変化する。例えば、アイドル時には、クランク軸に対するカム軸の回転位相が最も遅れた状態（最遅角位相）にされる。この最遅角位相では、吸気バルブの作動タイミングがクランク軸の回転に対して最も遅くなり、燃焼が安定してアイドル回転速度が抑えられる。

【0004】 上記バルブタイミング調整機構では、カム軸の回転位相を進める（進角させる）方向へロータを付勢するばねが用いられている。このばねにより、機関の停止中に、カム軸の回転位相が、前記最遅角位相から中間位相まで進角される。従って、カム軸の回転位相が中間位相となった状態で内燃機関が始動されることとなり、始動時のエミッション悪化が抑制される。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、内燃機関の停止中に、ばねの付勢力のみによってカム軸の回転位相を最遅角位相から中間位相まで確実に進角させるには、ばね力の大きなばねを用いることが望ましい。しかし、こうすると、アイドル時にカム軸の回転位相を最遅角位相に変更することが困難である。これは、最遅角位相にするには、ばね力に打ち勝つ大きさの力でロータを付勢する必要があるが、アイドル時には機関回転速度が低く、それにともない油圧が低いからである。

【0006】 これに対しては、ベーンの数を増やす等して受圧面積を増大することが考えられる。このようにすると、低い油圧でもばね力に抗してロータを回転させて、アイドル時にカム軸の回転位相を最遅角位相にすることができる反面、ロータの反応が過敏となり、油圧がわずかに変化した場合でもロータが回転するようになる。その結果、内燃機関がアイドル時等を除く通常の運転状態となっているときに、カム軸を所望の回転位相に



制御することが困難となり、制御の精度が低下する問題が新たに生ずる。

【0007】本発明はこのような実情に鑑みてなされたものであって、その目的は、内燃機関の通常運転時における制御精度の低下を招くことなく、始動時、アイドル時等の特定運転時において、カム軸の回転位相を最遅角位相又は中間位相に変更できる内燃機関のバルブタイミング可変装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。請求項1に記載の発明では、内燃機関のクランク軸に駆動連結され、かつバルブ駆動用カム軸に対し相対回転する第1ロータと、所定通路を経て供給される前記内燃機関の作動流体の圧力により、前記第1ロータに対して相対回転するハウジングと、前記ハウジング内に配置された状態で前記カム軸に一体回転可能に取付けられ、前記所定通路とは異なる通路を経て供給される前記作動流体の圧力に基づき同ハウジングに対し相対回転することにより、前記クランク軸に対する前記カム軸の回転位相を所定範囲内で変更する第2ロータと、前記ハウジングを進角方向へ弾性付勢する付勢手段と、前記カム軸の回転位相が前記所定範囲の中間位相となったとき、前記ハウジングがそれ以上進角方向へ相対回転するのを規制する回転規制手段とを備えている。

【0009】上記の構成によれば、クランク軸の回転は、第1ロータ、ハウジング、内燃機関の作動流体、第2ロータ、カム軸等を介してバルブに伝達される。この伝達により、バルブが所定の作動タイミング（バルブタイミング）で開閉する。このバルブタイミングは、ハウジングが第1ロータに対し相対回転したり、第2ロータがハウジングに対し相対回転したりして、カム軸がクランク軸に対し相対回転することにより、所定範囲内で変更される。別の表現をすると、第1ロータに対するハウジングの回転位相と、ハウジングに対する第2ロータの回転位相とを合わせた範囲、すなわち、第1ロータに対し第2ロータが取り得る相対回転の範囲が前記「所定範囲」となり、この所定範囲内でカム軸の回転位相が変更される。

【0010】なお、本明細書では、カム軸の回転位相については、前記「所定範囲」の最も遅い回転位相を「最遅角位相」と表現し、最も進んだ回転位相を「最進角位相」と表現する。また、ハウジング及び第2ロータの回転位相については、それらの回転位相の範囲のうち、最も遅いものを「最も遅い位相」と表現し、最も進んだものを「最も進んだ位相」と表現するものとする。

【0011】ハウジングの相対回転は、所定通路を経て供給された内燃機関の作動流体の圧力、付勢手段による進角方向への弾性付勢力等に基づき行われる。ただし、ハウジングの進角方向への相対回転は回転規制手段によ

って規制される。

【0012】また、第2ロータの相対回転は、前記所定通路とは異なる通路を経て供給された作動流体の圧力、カム軸による回転トルク等に基づき行われる。ここで、カム軸による回転トルクとは、バルブの開閉駆動にともなう反力により同カム軸の回転位相を遅らせようとするトルクであり、カム軸の回転速度の低下にともない増加する。

【0013】第2ロータが実際に採ることのできる範囲を「可動範囲」とすると、この可動範囲は、第1ロータに対するハウジングの回転位相によって変化する。ハウジングの回転位相が「最も遅い位相」であるとき、第2ロータの可動範囲は最大、すなわち、前記所定範囲

（「最遅角位相」～「最進角位相」）となる。ハウジングが、前記「最も遅い位相」から、回転規制手段によって規制される直前までの範囲内において相対回転する場合には、第2ロータの可動範囲は、そのときのハウジングの回転位相から「最進角位相」までの範囲に制限される。これに対し、ハウジングの回転位相が回転規制手段によって規制されると、第2ロータの可動範囲は、前記所定範囲のうち、「最遅角位相」よりも進角した「中間位相」から「最進角位相」までの範囲に制限される。ここで、クランク軸に対する回転位相の観点からは、ハウジングの「最も進んだ位相」とカム軸の「中間位相」とは同じである。

【0014】第2ロータは、ハウジングの回転位相に応じ、前記付勢手段の弾性付勢力の影響を受けたり受けなかったりする。ハウジングの回転位相が、回転規制手段による規制を受けない範囲（「最も遅い位相」～「最も進んだ位相」）内にある場合には、第2ロータがその可動範囲のうち最も遅い位相になると、ハウジングと第2ロータとが、回転方向について動力伝達可能に連結された状態となる。このため、ハウジングに加わっている付勢手段の弾性付勢力が、同ハウジングを介して第2ロータにも伝達されることとなる。

【0015】これに対し、ハウジングの相対回転が回転規制手段によって規制されている場合には、第2ロータは弾性付勢力の影響を受けない。これは、回転規制手段の回転規制によりハウジングがそれ以上進角方向へ相対回転しなくなっており、前記回転方向についての連結状態が解除されていて、ハウジングから第2ロータへの動力伝達が遮断されているからである。

【0016】従って、ハウジング及び第2ロータに加わる作動流体の圧力を、内燃機関の運転状態（停止を含む）に応じて調整すること等によって、カム軸の回転位相を、以下のように種々変更することが可能である。

【0017】例えば、内燃機関を停止させるための操作が行われるとクランク軸の回転速度が低下し、作動流体の圧力が低下する。このため、付勢手段の弾性付勢力が作動流体の圧力に打ち勝ち、ハウジングが進角方向へ相

対回転しようとする。一方、前述したように前記回転速度の低下にともないカム軸の回転トルクが増大し、第 2 ロータが遅角側へ相対回転しようとする。この際、付勢手段として、回転トルクに打ち勝つ大きさの弾性付勢力を有するものを用いることにより、前記回転トルクに抗してハウジングを進角方向へ相対回転させることが可能である。この相対回転は回転規制手段によって規制され、ハウジングは「最も進んだ位相」となる。また、第 2 ロータがハウジングに接触し、同第 2 ロータの遅角方向への相対回転が規制され、その結果、カム軸が「中間位相」となる。このようにして、カム軸の回転位相を、内燃機関の始動時までに確実に中間位相にすることができる。

【0018】また、例えば内燃機関のアイドル時には、以下のようにしてカム軸の回転位相を「最遅角位相」にすることが可能となる。一般に、アイドル時にはクランク軸の回転速度が低下し、作動流体の圧力が低下する。仮に、この圧力が付勢手段の弾性付勢力を下回っていると、ハウジングは進角方向へ相対回転してしまい、同ハウジングの回転位相を「最遅角位相」に変更することが困難である。しかし、ハウジングの受圧面積を増大することで、付勢手段の弾性付勢力に打ち勝つ大きさの力を発生させ、ハウジングが遅角方向へ相対回転させて、その回転位相を「最も遅い位相」に変更することが可能である。

【0019】一方、第 2 ロータにおいて、作動流体による遅角方向の圧力が進角方向の圧力よりも高くなるように設定されていれば、前記ハウジングの遅角方向への相対回転に追従して第 2 ロータも同方向へ相対回転する。この第 2 ロータの相対回転は、「最も遅い位相」となったハウジングに接触したところで止まる。その結果、カム軸の回転位相が「最遅角位相」となる。

【0020】さらに、前記アイドル時や始動時を除く内燃機関の通常運転時には、ハウジングの回転位相を「最も進んだ位相」に変更したうえで、第 2 ロータを相対回転させることにより、カム軸の回転位相を「中間位相」から「最進角位相」にかけて変更することが可能である。前記ハウジングの「最も進んだ位相」は、例えば、ハウジングに作用する作動流体の圧力を低下させることにより実現可能である。これは、付勢手段の弾性付勢力が作動流体の圧力に打ち勝ち、ハウジングが進角方向へ相対回転することと、その相対回転が回転規制手段の回転規制により「最も進んだ位相」に規制されるためである。

【0021】なお、ハウジングの相対回転が回転規制手段によって規制されているときには、前述したように、付勢手段の弾性付勢力が第 2 ロータに伝わらない。従って、第 2 ロータに関しては、ハウジングとは異なり、カム軸の「最遅角位相」実現のために受圧面積を増大させなくてもすむ。このため、受圧面積増大による弊害、す

なわち、作動流体の圧力変化に対して第 2 ロータが過敏に反応するのを抑制できる。カム軸を所望の回転位相に制御することが容易となり、制御の精度が向上する。

【0022】このようにして、請求項 1 に記載の発明によれば、内燃機関の通常運転時における制御精度の低下を招くことなく、始動時、アイドル時等の特定運転時において、カム軸の回転位相を、「最遅角位相」及び「中間位相」に変更することができる。

【0023】請求項 2 に記載の発明では、請求項 1 に記載の発明において、前記回転規制手段により相対回転の規制された前記ハウジングを前記第 1 ロータに相対回転不能に連結する第 1 ロック機構をさらに備えている。

【0024】上記の構成によれば、例えば内燃機関の停止にともない作動流体の圧力が低下して付勢手段の弾性付勢力を下回ると、ハウジングが進角方向へ相対回転する。この相対回転が回転規制手段によって規制され、ハウジングが「最も進んだ位相」になると、同ハウジングは第 1 ロック機構によって第 1 ロータに相対回転不能に連結（ロック）される。すなわち、ハウジングの回転位相が「最も進んだ位相」に保持される。これにともない、第 2 ロータの相対回転の可動範囲は、前記所定範囲のうち、「最遅角位相」よりも進角した「中間位相」から「最進角位相」までの範囲に制限される。一方、カム軸の回転トルクにより第 2 ロータは遅角側へ相対回転しようとするが、ロックされたハウジングに同第 2 ロータが接触することにより、それ以上の遅角方向への相対回転が規制される。その結果、カム軸の回転位相を「中間位相」に保持することができる。

【0025】また、例えば内燃機関の通常運転時において、ハウジングに作用する作動流体の圧力が強制的に低下されると、この場合も前記と同様にして、ハウジングの回転位相が「最も進んだ位相」に変更され、第 1 ロック機構によって第 1 ロータに連結（ロック）される。このため、前記のようにロックされたハウジングにより、第 2 ロータの相対回転の可動範囲を制限し、カム軸の回転位相が「中間位相」よりも遅くなるのを防止することができる。

【0026】請求項 3 に記載の発明では、請求項 2 に記載の発明において、前記内燃機関の停止にともない前記ハウジングが前記第 1 ロック機構により前記第 1 ロータに連結され、かつ前記第 2 ロータの相対回転により前記カム軸の回転位相が前記中間位相となったとき、同第 2 ロータを前記ハウジングに相対回転不能に連結する第 2 ロック機構をさらに備えている。

【0027】上記の構成によれば、内燃機関が停止されると、ハウジングが第 1 ロック機構によってロックされ、回転位相が「最も進んだ位相」に保持される。加えて、第 2 ロータの遅角側への相対回転によってカム軸の回転位相が中間位相になると、第 2 ロータが第 2 ロック機構によってハウジングに相対回転不能に連結（ロッ



ク)される。従って、これらハウジング及び第2ロータのロックにより、内燃機関の停止中に、カム軸を始動に適した中間位相に保持することが可能となる。

【0028】請求項4に記載の発明では、請求項2又は3に記載の発明において、前記作動流体として、温度に応じて粘度の変化する作動油が用いられており、さらに、前記ハウジング内の前記作動油を前記内燃機関の停止にともない排出させるドレン機構が設けられている。

【0029】ここで、仮に内燃機関の停止時に、ハウジング及び第2ロータの少なくとも一方がロック機構によって適正にロックされなかった場合、次の始動時にロックさせる必要がある。しかし、極低温下で始動された場合、作動流体としての作動油の粘度が高いために、同作動油がハウジングや第2ロータの動きを妨げるおそれがある。

【0030】これに対し、上記の構成によれば、内燃機関が停止されると、その停止にともないハウジング内の作動流体がドレン機構によって排出される。従って、前記のように極低温下で始動されても、ハウジング内には同ハウジングや第2ロータの動きを妨げる作動油が少なくなっている。このため、内燃機関の停止時にロックが適正に行われなかったとしても、始動時にはハウジング及び第2ロータを相対回転させて、カム軸の回転位相を中間位相にすることが可能となる。特に、内燃機関の停止直後には作動油の温度が高く、粘度が低くなっているため、排出がスムーズに行われる。

【0031】請求項5に記載の発明では、請求項4に記載の発明において、前記ドレン機構は、前記ハウジングの内外を連通させる排出通路と、その排出通路の途中に設けられ、かつ前記内燃機関の停止時にのみ開弁する開閉弁とを備えている。

【0032】上記の構成によれば、内燃機関の運転時には、ドレン機構の開閉弁が開弁されて排出通路が開鎖される。このため、作動流体が排出通路を通じてハウジング外に排出しにくくなる。これに対し、内燃機関が停止されると、開閉弁が開弁されて排出通路が開放され、前記作動流体が排出通路を通じてハウジング外部に排出しやすくなる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体化した一実施形態について図面に従って説明する。図1に示すように、車両には、内燃機関の一形態であるガソリンエンジン（以下、単にエンジンという）11が搭載されている。エンジン11はシリンダヘッド12と、複数の気筒（シリンダ）13を有するシリンダブロック14とを備えている。各シリンダ13内に収容されたピストン15は、コネクティングロッド16を介しクランク軸17に連結されている。各ピストン15の往復運動は、コネクティングロッド16によって回転運動に変換された後、クランク軸17に伝達される。

【0034】燃焼室18は、シリンダブロック14及びシリンダヘッド12間において、各ピストン15の上側に形成されている。シリンダヘッド12には、各燃焼室18に連通する吸気ポート19及び排気ポート20がそれぞれ設けられている。シリンダヘッド12には吸気バルブ21及び排気バルブ22がそれぞれ往復動可能に支持され、さらに各バルブ21、22の上方にカム軸23、24がそれぞれ回転可能に設けられている。各カム軸23、24の端部に設けられたスプロケット25、26は、チェーン27によりクランク軸17に駆動連結されている。

【0035】そして、クランク軸17が回転されると、その回転がチェーン27を介して両スプロケット25、26に伝達される。スプロケット25、26の回転にともないカム軸23、24が回転すると、対応するバルブ21、22が往復動して、ポート19、20を開閉する。なお、クランク軸17の回転をカム軸23、24に伝達するために、スプロケット25、26及びチェーン27に代えて、タイミングプーリ及びタイミングベルトが用いられてもよい。

【0036】吸気ポート19には、エンジン11の外部の空気を燃焼室18に導くための吸気通路28が接続されており、各吸気ポート19へ向けて燃料を噴射する燃料噴射弁31がこの吸気通路28に取付けられている。そして、各燃料噴射弁31から噴射される燃料と、吸入空気とからなる混合気は、各燃焼室18内へ導入される。導入された混合気は、シリンダヘッド12に取付けられた点火プラグ32の点火によって爆発・燃焼される。このときに生じた高温高圧の燃焼ガスによりピストン15が往復動され、クランク軸17が回転されて、エンジン11の駆動力が得られる。排気ポート20には排気通路33が接続されており、燃焼室18で生じた燃焼ガスがこの排気通路33を通過してエンジン11の外部へ排出される。

【0037】上記構成のエンジン11では、カム軸23、24には、バルブ21、22の開閉駆動にともなう反力により、同カム軸23、24の回転位相を遅らせようとする力（回転トルク）が加わっている。この回転トルクは、カム軸23、24の回転速度の低下にともない増加する。

【0038】吸気側のカム軸23にはバルブタイミング可変装置34が設けられている。同可変装置34は、スプロケット25、ひいてはクランク軸17の回転に対するカム軸23の位相を所定範囲内で変化させることにより、吸気バルブ21の作動タイミング（バルブタイミング）を、クランク軸17の角度（クランク角）に対して連続的に変更するための装置であり、流体圧（油圧）により駆動される。なお、回転位相が遅れることを「遅角」と表現し、同回転位相が進むことを「進角」と表現する。

【0039】次に、バルブタイミング可変装置34の構成を、図2～図11に従って説明する。図2に示すように、カム軸23はシリンダヘッド12に対し所定方向

(図3及び図4において矢印Aで示す方向)へ回転可能に支持されている。カム軸23の端部には、スプロケット25、ケース本体35及びカバー36を有するケース37が相対回転可能に装着されている。スプロケット25は、カム軸23の端部外周に相対回転可能に支持されており、前述したようにチェーン27によってクランク軸17に駆動連結されている。ケース本体35は、ボルト38等によってスプロケット25に締結されている。カバー36は、その中心部に環状の段差部36aを有しており、ボルト39等によってケース本体35に締結されている。このように、スプロケット25、ケース本体35及びカバー36は相互に連結されて一体となっている。なお、スプロケット25とケース本体35とは一体形成されてもよい。

【0040】図2及び図3に示すように、ケース37内においてカバー36の中心部分、より詳しくは段差部36aの周囲には、第1ロータ41がボルト42等によって締結されている。従って、第1ロータ41はケース37、チェーン27等を介してクランク軸17に駆動連結されていることとなり、カム軸23を中心として相対回転可能である。第1ロータ41は、放射状に延びる複数のベーン43を備えている。

【0041】ケース37内には、ハウジング40がそのケース37に対し相対回転可能に配置されている。ハウジング40は、第1ハウジング44、プレート46及び第2ハウジング47を備えている。第1ハウジング44は、第1ロータ41の周囲に相対回転可能に配置されている。第1ハウジング44の内周面には、中心方向へ向けて張り出す複数(ベーン43と同数)の突部45が、周方向に略等角度毎に形成されている。そして、第1ハウジング44の内周面が前記ベーン43の先端に摺動可能に接触した状態で、各突部45が隣り合うベーン43間に位置し、かつ同突部45の先端が第1ロータ41の外周面に摺動可能に接触している。

【0042】第1ハウジング44は、流体の圧力を突部45で受けることにより第1ロータ41に対し相対回転可能である。なお、第1ロータ41及び第1ハウジング44では、受圧面積を大きくするために、ベーン43及び突部45が多数形成されている。本実施形態では、これらの数として「12」が設定されているが、これは一例に過ぎず適宜変更可能である。

【0043】図2及び図4に示すように、プレート46及び第2ハウジング47は、ケース37内において、第1ハウジング44よりもカム軸23側に配置されている。これらプレート46及び第2ハウジング47は、ピン48によって第1ハウジング44に一体回転可能に連結されている。第2ハウジング47の内周面には、中心

方向へ向けて張り出す複数の突部49が、周方向に略等角度毎に形成されている。

【0044】ハウジング40の回転位相は、第1ハウジング44における少なくとも1つの突部45が、カム軸23の回転方向についての後側のベーン43に接触したとき「最も遅い位相」になる(図12参照)。また、同回転位相は、少なくとも1つの突部45が、カム軸23の回転方向についての前側のベーン43に接触したとき「最も進んだ位相」になる(図14、図16参照)。

【0045】第2ハウジング47内には第2ロータ51が配置され、同ロータ51がボルト52等によってカム軸23に一体回転可能に締結されている。第2ロータ51は、放射状に延びる複数のベーン53を有している。そして、第2ロータ51の中心部分の外周面が突部49の先端に摺動可能に接触した状態で、各ベーン53が隣り合う突部49間に位置し、第2ハウジング47の内周面に摺動可能に接触している。

【0046】第2ロータ51は、流体の圧力をベーン53で受けることにより、ハウジング40に対し相対回転する。この相対回転により、クランク軸17に対するカム軸23の回転位相が所定範囲内で変化する。なお、突部49及びベーン53の数は前記突部45及びベーン43よりも少ない。本実施形態では、これらの数として「4」が設定されているが、適宜変更可能である。

【0047】第2ロータ51の回転位相は、少なくとも1つのベーン53が、カム軸23の回転方向についての後側の突部49に接触したとき「最も遅い位相」になる(図13参照)。また、同回転位相は、少なくとも1つのベーン53が、カム軸23の回転方向についての前側の突部49に接触したとき「最も進んだ位相」になる。

【0048】第2ロータ51を相対回転させるための流体の圧力として、エンジン11の作動流体である作動油71の油圧が利用されている。詳しくは、第2ハウジング47内の隣り合う突部49間の空間は、ベーン53によって2つの空間に区画されている。これらのうち、カム軸23の回転方向について、ベーン53よりも前側の空間は遅角側油圧室54となり、後側の空間は進角側油圧室55となっている。

【0049】シリンダヘッド12、カム軸23、第2ロータ51等には、遅角側油圧室54につながる遅角側油路56と、進角側油圧室55につながる進角側油路57とが形成されている。両油路56、57には、オイルコントロールバルブ(OCV)58を介して供給通路59及び2つの排出通路61が接続されている。OCV58は電磁駆動式の流量制御弁であり、エンジン制御用の電子制御装置(ECU)62によって制御される。供給通路59はオイルポンプ63を介してオイルパン64につながり、両排出通路61は直接オイルパン64につながっている。オイルポンプ63はクランク軸17に駆動連結されており、エンジン11の運転にともなって作動し



て、オイルパン 64 から作動油 71 を吸引及び吐出する。なお、周知のように、作動油 71 はエンジン 11 の温度上昇にともない粘度が低くなる特性を有している。

【0050】図 5～図 7 は OCV 58 の内部構造を示している。OCV 58 のケーシング 65 には、遅角側ポート 65 a、進角側ポート 65 b、供給ポート 65 c 及び排出ポート 65 d、65 e が形成されている。これら各ポート 65 a～65 e には、それぞれ遅角側油路 56、進角側油路 57、供給通路 59 及び両排出通路 61 が接続されている。ケーシング 65 の内部には、4 つの弁部 66 を備え、かつばね 67 によって弾性付勢されたスプール 68 が往復動可能に收容されている。OCV 58 では、ECU 62 により電磁ソレノイド 69 への通電時間がデューティ制御される。この制御に応じてスプール 68 の位置が変更され、弁部 66 によって各ポート 65 a～65 e が開閉される。

【0051】例えば、デューティ比が 0 % の場合には、図 5 に示すように、ばね 67 が伸張してスプール 68 が一端側（図 5 の右側）に配置される。遅角側油路 56 と供給通路 59 とが連通し、オイルパン 64 内の作動油 71 が遅角側油圧室 54 に供給される。また、進角側油路 57 と一方（図 5 の左方）の排出通路 61 とが連通し、進角側油圧室 55 内の作動油 71 がオイルパン 64 に戻される。その結果、ハウジング 40 に対し第 2 ロータ 51 がカム軸 23 の回転方向とは反対方向（遅角方向）へ相対回転する。この相対回転は、図 13 に示すように、ベーン 53 がカム軸 23 の回転方向についての後側の突部 49 に接触したところで止まる。

【0052】また、デューティ比が 100 % の場合には、図 6 に示すように、スプール 68 がばね 67 を圧縮させて他端側（図 6 の左側）に配置される。進角側油路 57 と供給通路 59 とが連通し、オイルパン 64 内の作動油 71 が進角側油圧室 55 に供給される。また、遅角側油路 56 と他方（図 6 の右方）の排出通路 61 とが連通し、遅角側油圧室 54 内の作動油 71 がオイルパン 64 に戻される。その結果、ハウジング 40 に対し第 2 ロータ 51 がカム軸 23 の回転方向（進角方向）へ相対回転する。この相対回転は、ベーン 53 がカム軸 23 の回転方向についての前側の突部 49 に接触することで止まる。

【0053】従って、デューティ比を 0～100 % の間で任意に変更することにより、遅角側油圧室 54 及び進角側油圧室 55 への作動油の供給・排出を行い、各油圧室 54、55 内での油圧を調整することができる。この調整により、第 2 ロータ 51 の回転位相を「最も遅い位相」から「最も進んだ位相」までの範囲で任意に変更することができる。

【0054】さらに、OCV 58 は、第 2 ハウジング 47 内の作動油 71 をエンジン停止にともない第 2 ハウジング 47 の外部へ排出させる第 2 ドレン機構として機能

する。詳しくは、エンジン 11 の停止にともない ECU 62 により電磁ソレノイド 69 への通電が停止される。この通電停止にともない OCV 58 では図 7 に示すように、ばね 67 が図 5 よりもさらに伸張し、スプール 68 が前述したデューティ比が 0 % のときよりもさらに電磁ソレノイド 69 側へ移動する。そして、スプール 68 がこの位置へ移動したときに、遅角側油路 56 及び進角側油路 57 の両方がそれぞれ排出通路 61 に連通するよう、弁部 66 の大きさ、位置等や、ポート 65 a～65 e の大きさ、位置等が設定されている。

【0055】図 2 及び図 3 に示すように、ハウジング 40 を第 1 ロータ 41 に対し相対回転させるための流体の圧力として、前記作動油 71 の油圧が利用されている。詳しくは、第 1 ハウジング 44 内の隣り合う突部 45 間の空間のうち、カム軸 23 の回転方向についてベーン 43 よりも後側の空間は遅角側油圧室 72 a となっている。また、ベーン 43 よりも前側の空間は進角側油圧室 72 b となっている。

【0056】遅角側油圧室 72 a へ作動油 71 を供給するとともに、その作動油 71 を排出させる手段として以下の機構が採用されている。図 2 及び図 8 に示すように、第 1 ロータ 41 のカバー 36 との境界部分には、遅角側油圧室 72 a と段差部 36 a とを連通させる通路 73 a が形成されている。また、第 1 ロータ 41 のプレート 46 寄りの箇所には、進角側油圧室 72 b と中央孔部 74 とを連通させる通路 73 b が形成されている。エンジン 11 のチェーンカバー 75 においてカム軸 23 と同一軸線上の箇所には收容孔 76 が形成されており、この中に弁体 77 が往復動可能かつ回転可能に收容されている。弁体 77 のカム軸 23 側の端部はカバー 36 を貫通し、中央孔部 74 に入り込んでいる。弁体 77 は、中央孔部 74 内に配置されたばね 78 により常にチェーンカバー 75 側へ弾性付勢されている。

【0057】チェーンカバー 75 には、プランジャ 79 及び電磁コイル 80 を有するソレノイドバルブ 81 が取付けられている。プランジャ 79 は收容孔 76 内に入り込み、軸受 82 を介して弁体 77 に連結されている。電磁コイル 80 は通電により励磁し、前記ばね 78 に抗してプランジャ 79 をカム軸 23 側へ移動させる。電磁コイル 80 への通電は前記 ECU 62 によって制御される。具体的には、エンジン 11 の運転時には電磁コイル 80 に通電（オン）され、停止時には通電が停止（オフ）される。

【0058】弁体 77 には、第 1 ロータ進角時の油抜きのための油抜き油路 90 が形成されている。油抜き油路 90 の上流側の端部は、中央孔部 74 内に位置する弁体 77 の端面において開口し、下流側の端部は同弁体 77 の外周面において開口している。上下両開口は、弁体 77 の位置にかかわらず常に開放されている。

【0059】弁体 77、チェーンカバー 75 等には作動

油 71 の供給通路 83 が形成されている。供給通路 83 の上流側の端部は、オイルポンプ 63 を介してオイルパン 64 につながっている。供給通路 83 のうち弁体 77 における下流部分は、放射状に延びて同弁体 77 の外周面で開口している。開口 83a は、図 8 に示すように、電磁コイル 80 への通電（オン）にともない弁体 77 がカム軸 23 側へ移動したとき、カバー 36 の段差部 36a に合致する。この合致により、供給通路 83 と遅角側油圧室 72a とが、開口 83a、段差部 36a 及び通路 73a を介して連通され、作動油 71 が同図 8 において実線の矢印で示すように同油圧室 72a に供給される。このとき、開口 83a、段差部 36a 及び通路 73a は供給通路として機能する。また、このときには、図 8 において破線の矢印で示すように、進角側油圧室 72b 内の作動油 71 は通路 73b を通って中央孔部 74 内に流入した後、油抜き油路 90 を通ってハウジング 40 の外部へ排出される。これらの遅角側油圧室 72a への作動油 71 の供給と、進角側油圧室 72b からの作動油 71 の排出とにより第 1 ロータ 41 が遅角方向へ回転する。

【0060】これに対し、開口 83a は、図 9 に示すように、電磁コイル 80 への通電停止（オフ）にともない弁体 77 が電磁コイル 80 側へ移動したとき段差部 36a から外れる。開口 83a の一部は段差部 36a とつながるが、一部はハウジング 40 の外部に開放される。そのため、遅角側油圧室 72a 内の作動油 71 は、同図 9 において実線の矢印で示すように、通路 73a、段差部 36a 及び開口 83a を順に通ってハウジング 40 の外部へ排出される。このとき、通路 73a、段差部 36a 及び開口 83a は排出通路（ドレン通路）として機能する。また、このときには、中央孔部 74 内の空気が図 9 において破線の矢印で示すように、通路 73b を通って進角側油圧室 72b 内に流入する。これらの遅角側油圧室 72a からの作動油 71 の排出と、進角側油圧室 72b への空気の流入とにより第 1 ロータ 41 が進角方向へ回転する。

【0061】このように、通路 73a、段差部 36a、開口 83a 等によって、ハウジング 40 の内外を連通させる排出通路が構成されている。また、弁体 77、ばね 78、ソレノイドバルブ 81、軸受 82 等によって、エンジン 11 の停止時にのみ開弁する開閉弁 70 が構成されている。さらに、これらの排出通路、開閉弁等によって、ハウジング 40 内の作動油 71 をエンジン 11 の停止にともない排出させる第 1 ドレン機構が構成されている。

【0062】図 2 に示すように供給通路 83 の途中には、第 1 ハウジング 44 の突部 45 に対し遅角側油圧室 72a から作用する作動油 71 の油圧を調整するための手段として、オイルスイッチングバルブ（OSV）84 が設けられている。OSV 84 は電磁駆動式の開閉弁であり、エンジン 11 の運転状態に基づき前記 ECU 62

によって制御される。この制御により、OSV 84 は例えば、エンジン 11 の通常運転時、停止時等に供給通路 83 を閉鎖し、温間アイドル時等に同供給通路 83 を開放する。供給通路 83 の開放により、遅角側油圧室 72a へ作動油 71 が供給され、同供給通路 83 の閉鎖により作動油 71 の供給が停止される。

【0063】そして、OSV 84 による供給通路 83 の開閉、及び弁体 77 の往復動による排出通路（開口 83a）の開閉に応じて、第 1 ハウジング 44 の突部 45 に作用する作動油 71 の油圧が調整され、ハウジング 40 が第 1 ロータ 41 に対し相対回転する。

【0064】さらに、第 1 ハウジング 44 を、「最も遅い位相」から「最も進んだ位相」に変化させる方向（進角方向）へ弾性付勢する付勢手段として、ねじりコイルばね 86 が用いられている。ねじりコイルばね 86 は中央孔部 74 内に配置されており、一方の端部が第 1 ロータ 41 に係止され、他方の端部がプレート 46 に係止されている。このねじりコイルばね 86 としては、エンジン回転速度の低下にともないカム軸 23 の前記回転トルクが最も大きくなったときにも、その回転トルクに打ち勝つ大きさのばね力を有しているものが用いられている。

【0065】ハウジング 40 の相対回転は、前述したように、少なくとも 1 つの突部 45 が、カム軸 23 の回転方向についての前後のベーン 43 に接触することにより規制される。このうち、カム軸 23 の回転方向についての前側のベーン 43 は、ハウジング 40 がそれ以上進角方向へ相対回転するのを規制する回転規制手段として機能する。

【0066】以上のようにしてバルブタイミング可変装置 34 の基本骨格が構成されている。この可変装置 34 によると、クランク軸 17 の回転が、第 1 ロータ 41、ハウジング 40、作動油 71、第 2 ロータ 51、カム軸 23 等を介して吸気バルブ 21 に伝達される。この伝達により、吸気バルブ 21 が所定の作動タイミング（バルブタイミング）で開閉する。このバルブタイミングは、ハウジング 40 が第 1 ロータ 41 に対し相対回転したり、第 2 ロータ 51 がハウジング 40 に対し相対回転したりして、カム軸 23 がクランク軸 17 に対し相対回転することにより、所定範囲内で変更される。別の表現をすると、第 1 ロータ 41 に対するハウジング 40 の回転位相と、ハウジング 40 に対する第 2 ロータ 51 の回転位相とを合わせた範囲、すなわち、第 1 ロータ 41 に対し第 2 ロータ 51 が取り得る相対回転の範囲が前記「所定範囲」となり、この所定範囲内でカム軸 23 の回転位相が変更される。

【0067】ハウジング 40 の相対回転は、作動油 71 の油圧、ねじりコイルばね 86 による進角方向への弾性付勢力等に基づき行われる。ただし、第 1 ロータ 41 においてカム軸 23 の回転方向についての前側のベーン 4



3が回転規制手段として機能することから、ハウジング40の相対回転は、その突部45が前記ベーン43に接触することによって規制される。また、第2ロータの相対回転は、油路56, 57等を経て供給される作動油71の油圧、カム軸23による回転トルク等に基づき行われる。

【0068】第2ロータ51が実際に採ることのできる範囲である可動範囲は、第1ロータ41に対するハウジング40の回転位相によって変化する。ハウジング40の回転位相が「最も遅い位相」であるとき、第2ロータ51の可動範囲は最大、すなわち、前記所定範囲（「最遅角位相」～「最進角位相」）となる。ハウジング40が、前記「最も遅い位相」から、ベーン43によって規制される回転位相の直前までの範囲内において相対回転する場合には、第2ロータ51の可動範囲は、そのときのハウジング40の回転位相から「最進角位相」までの範囲に制限される。これに対し、ハウジング40の進角方向への相対回転がベーン43によって規制されると、第2ロータ51の可動範囲は、前記所定範囲のうち、

「最遅角位相」よりも進角した「中間位相」から「最進角位相」までの範囲に制限される。ここで、クランク軸17に対する回転位相の観点からは、ハウジング40の「最も進んだ位相」とカム軸23の「中間位相」とは同じである。

【0069】第2ロータ51は、ハウジング40の回転位相に応じ、ねじりコイルばね86の弾性付勢力の影響を受けたり受けなかったりする。ハウジング40の回転位相が、ベーン43による規制を受けない範囲（「最も遅い位相」～「最も進んだ位相」）内にある場合には、第2ロータ51がその可動範囲のうち最も遅いものになると、ハウジング40と第2ロータ51とが、カム軸23の回転方向について動力伝達可能に連結された状態となる。このため、ハウジング40に加わっているねじりコイルばね86の弾性付勢力が、同ハウジング40を介して第2ロータ51にも伝達されることとなる。

【0070】これに対し、ハウジング40の進角方向への相対回転がベーン43によって規制されている場合には、第2ロータ51は弾性付勢力の影響を受けない。これは、ベーン43の回転規制によりハウジング40がそれ以上進角方向へ相対回転しなくなっており、前記回転方向についての前記連結状態が解除されていて、ハウジング40から第2ロータ51への動力伝達が遮断されているからである。

【0071】従って、ハウジング40及び第2ロータ51に加わる作動油71の油圧を、エンジン11の運転状態（停止を含む）に応じて調整すること等によって、カム軸23の回転位相を種々変更することが可能である。

【0072】バルブタイミング可変装置34は、さらに第1ロック機構87及び第2ロック機構95を備えている。第1ロック機構87は、ベーン43によって進角方

向への相対回転が規制された第1ハウジング44を、第1ロータ41に相対回転不能に連結するための機構である。この機構87について説明すると、図10に示すように、第1ロータ41の所定のベーン43には、カム軸23に平行に段差付き収容孔88が形成されており、この中にフランジ付き第1ロックピン89が摺動可能に挿入されている。第1ロックピン89はばね91によって常にプレート46側へ弾性付勢されている。一方、プレート46において収容孔88に対応する箇所にはロック穴92が形成されており、このロック穴92が収容孔88に合致したとき、ばね91によって弾性付勢された第1ロックピン89の先端が挿入される。なお、収容孔88に対応する箇所とは、第1ハウジング44の進角方向への相対回転がベーン43によって規制されたときに収容孔88に合致する箇所である。

【0073】収容孔88内において、第1ロックピン89のフランジ89aと同収容孔88の段差88aとの間の空間は、通路93を介して遅角側油圧室72aに連通しており、同油圧室72aから作動油71が供給される。また、ロック穴92の底部は通路94を介して遅角側油圧室72aに連通しており、同油圧室72aから作動油71が供給される。

【0074】上記構成の第1ロック機構87では、エンジン11のアイドル時等であって、遅角側油圧室72aに作動油71が供給される場合には、同油圧室72aからの作動油71の油圧により第1ロックピン89がばね91に抗してロック穴92から抜き出される。ロックが解除され、第1ロータ41に対するハウジング40の相対回転が可能となる。

【0075】また、エンジン11の停止時等において、遅角側油圧室72aへの作動油71の供給が停止されて油圧が低下すると、第1ロックピン89がばね91によって収容孔88から突出しようとする。このとき、ロック穴92が収容孔88に合致していれば、第1ロックピン89が収容孔88から突出してロック穴92に挿入され、ハウジング40が第1ロータ41に連結（ロック）され、「最も進んだ位相」に保持される。

【0076】第2ロック機構95は、カム軸23が中間位相となったとき、第2ロータ51をハウジング40に相対回転不能に連結するための機構である。この機構95は、前述した第1ロック機構87と同様の構成を有する。図11に示すように、第2ロータ51の所定のベーン53には、カム軸23に平行に段差付き収容孔96が形成されており、この中にフランジ付き第2ロックピン97が摺動可能に挿入されている。第2ロックピン97はばね98によって常にスプロケット25側へ弾性付勢されている。一方、ケース本体35の底部において収容孔96に対応する箇所にはロック穴99が形成されており、第2ロータ51の相対回転にともない収容孔96がロック穴99に合致したとき、ばね98によって弾性付



勢された第2ロックピン97の先端が挿入される。なお、収容孔96に対応する箇所とは、カム軸23の回転位相が中間位相となったときに収容孔96に合致する箇所である。

【0077】収容孔96内において、第2ロックピン97のフランジ97aと同収容孔96の段差96aとの間の空間は通路101を介して遅角側油圧室54に連通しており、同油圧室54から作動油71が供給される。また、ロック穴99の底部は通路102を介して進角側油圧室55に連通しており、同油圧室55から作動油71 10が供給される。

【0078】上記構成の第2ロック機構95では、エンジン11の運転時であって、遅角側油圧室54及び進角側油圧室55の少なくとも一方に作動油71が供給される場合には、その油圧により第2ロックピン97がばね98に抗してロック穴99から抜き出される。ロックが解除され、ハウジング40に対する第2ロータ51の相対回転が可能となる。

【0079】また、エンジン11の停止時であって、遅角側油圧室54及び進角側油圧室55への作動油71の 20供給が停止されて油圧が低下すると、第2ロックピン97がばね98によって収容孔96から突出しようとする。このとき、収容孔96がロック穴99に合致していれば、第2ロックピン97が収容孔96から突出してロック穴99に挿入され、第2ロータ51がケース37を介しハウジング40に連結（ロック）される。第2ロータ51がハウジング40に対し相対回転不能となり、カム軸23の回転位相が中間位相に保持される。

【0080】次に、上記バルブタイミング可変装置34の作用を、エンジン11の運転状態毎に説明する。図1 30及び図13は、エンジン11の温間アイドル時におけるハウジング40及びロータ41、51の状態を示している。このときには、OSV84の通電により供給通路83が開放され、ソレノイドバルブ81の通電により弁体77が図8で示す位置へ移動し、開口83aが段差部36aに合致する。供給通路83が開口83aを通じて段差部36a、通路73aに連通した状態となる。開口83a、段差部36a及び通路73aが供給通路として機能する。

【0081】同図8において実線の矢印で示すように、 40作動油71が供給通路83（開口83aを含む）、段差部36a及び通路73aを通過して遅角側油圧室72a内に供給される。進角側油圧室72b内の作動油71は、図8において破線の矢印で示すように通路73bを通過して中央孔部74内に流入した後、油抜き油路90を通りハウジング40の外部へ抜け出る。一方、第2ハウジング47では進角側油圧室55内よりも遅角側油圧室54内の油圧が大きくなるようOCV58が制御される。ロック機構87、95では、第1ロックピン89及び第2ロックピン97がロック穴92、99から抜け出てい 50

て、ロックが解除されている。

【0082】このため、ねじりコイルばね86に抗して、ハウジング40が遅角方向へ回転する。この回転は、第1ハウジング44の少なくとも1つの突部45が第1ロータ41のベーン43に接触することで止まる。ハウジング40の回転にともないその突部49が遅角方向へ回転するが、第2ロータ51も前記ハウジング40の回転に追従して同方向へ回転する。この回転は、第2ロータ51のベーン53の少なくとも1つが第2ハウジング47の突部49に接触することで止まる。その結果、クランク軸17に対するカム軸23の回転位相が最も遅れた状態（最遅角位相）となる。最遅角位相では、吸気バルブ21の作動タイミングがクランク軸17の回転に対して最も遅くなる。

【0083】図14及び図15は、エンジン11の通常運転時におけるハウジング40及びロータ41、51の状態を示している。このときには、OSV84の通電停止により供給通路83が閉鎖され、ソレノイドバルブ81の通電により弁体77が図8で示す位置へ移動し、前記温間アイドル時と同様にして開口83aが段差部36aに合致する。第1ハウジング44の遅角側油圧室72aへは作動油71が供給されない。一方、第2ハウジング47では、OCV58のデューティ制御により遅角側油圧室54及び進角側油圧室55への作動油71の供給・排出が調整される。

【0084】ねじりコイルばね86により弾性付勢されたハウジング40が進角方向へ相対回転する過程で、第1ロック機構87では収容孔88がロック穴92に合致する。第1ロックピン89がロック穴92に入り込んで、ハウジング40が第1ロータ41に連結（ロック）され、同ハウジング40の回転位相が「最も進んだ位相」に保持される。

【0085】第2ロータ51では、中間位相を基準とし、それよりも遅角側への相対回転が規制されるものの進角側への相対回転は制限を受けない。従って、第2ロータ51の相対回転により、クランク軸17に対するカム軸23の回転位相を、最遅角位相から若干進角した中間位相と、最も進んだ状態（最進角位相）との範囲で任意に変更させることができる。

【0086】最進角位相では、吸気バルブ21の作動タイミングがクランク軸17の回転に対して最も早くなる。また、クランク軸17に対するカム軸23の回転位相を、中間位相から最進角位相までの範囲内で変化させ、吸気バルブ21の作動タイミングを任意のタイミングにすることができる。

【0087】図16及び図17は、イングニッションキーがオフ操作される等、エンジン停止のための操作が行われた場合（エンジン停止時）におけるハウジング40及びロータ41、51の状態を示している。このときには、OSV84の通電停止により供給通路83が閉鎖さ

れ、ソレノイドバルブ 81 の通電停止により弁体 77 が図 9 で示す位置へ移動し、開口 83 a が段差部 36 a から外れる。段差部 36 a 及び通路 73 a が開口 83 a を通じてハウジング 40 の外部とつながった状態となる。開口 83 a、段差部 36 a 及び通路 73 a が排出通路として機能する。中央孔部 74 内の空気が通路 73 b を通って進角側油圧室 72 b へ流入可能である。

【0088】第 1 ハウジング 44 へ作動油 71 が供給されず、図 9 において実線の矢印で示すように、遅角側油圧室 72 a 内の作動油 71 が、通路 73 a、段差部 36 a 及び開口 83 a を通ってハウジング 40 の外部へ排出される。また、O C V 58 の通電停止により、遅角側油路 56 及び進角側油路 57 がそれぞれ排出通路 61 に連通し、第 2 ハウジング 47 では、遅角側油圧室 54 内及び進角側油圧室 55 内の作動油 71 がともに排出される。

【0089】第 2 ロータ 51 にはカム軸 23 のカムによる回転トルクが加わっており、しかも、この回転トルクはエンジン回転速度の低下にともない増加するが、畜圧されていたねじりコイルばね 86 のばね力がこの回転トルクに打ち勝ち、ハウジング 40 が進角側へ相対回転する。この相対回転の過程で、収容孔 88 がロック穴 92 に合致し、第 1 ロックピン 89 がロック穴 92 に入り込む。ハウジング 40 が第 1 ロータ 41 に相対回転不能に連結（ロック）され、同ハウジング 40 の回転位相が「最も進んだ位相」に保持される。また、第 2 ロータ 51 が相対回転する過程で収容孔 96 がロック穴 99 に合致し、第 2 ロックピン 97 がロック穴 99 に入り込む。第 2 ロータ 51 がケース 37 に連結（ロック）され、カム軸 23 の回転位相が中間位相に保持される。

【0090】以上詳述したように、本実施形態では、ロータを 2 つに分割することにより、従来のロータ及びハウジングの組合わせを、第 1 ロータ 41、ハウジング 40 及び第 2 ロータ 51 の組合わせに変更している。このことから、以下に示す種々の効果が得られる。

【0091】（1）付勢手段として、ばね力の大きなねじりコイルばね 86 を用いている。このため、カム軸 23 の回転トルクに抗してハウジング 40 を進角方向へ相対回転させ、回転位相を「最も進んだ位相」に変更することができる。カム軸 23 の回転位相を、ハウジング 40 によって制限された可動範囲のうち、最も遅い回転位相である中間位相にすることができる。このようにして、カム軸 23 の回転位相を、エンジン 11 の始動時までに確実に中間位相にすることができる。このため、エンジン始動時には、中間位相で安定した始動を行うことが可能となり、始動時における H C 等の排気エミッションの低減効果が見込める。

【0092】（2）温間アイドル時にはクランク軸 17 の回転速度が低下し、作動油 71 の油圧が低下する。

「最も遅い位相」へのハウジング 40 の相対回転に際し

ては、ねじりコイルばね 86 の弾性付勢力に打ち勝つ大きさの力が必要となる。

【0093】これに対し、本実施形態では、突部 45 の数を増やし、第 1 ハウジング 44 の受圧面積を増大している。このため、ばね力の大きなねじりコイルばね 86 を用いているにもかかわらず、それに打ち勝つ大きさの力を発生させて、ハウジング 40 の回転位相を「最も遅い位相」に変更し、カム軸 23 の回転位相を確実に最遅角位相にすることができる。このように最遅角位相にすることで、アイドル運転時の燃焼を安定させ、燃費向上を実現できる。

【0094】（3）エンジン 11 の通常運転時において、O S V 84 の通電を停止し、供給通路 83 を閉鎖することにより、遅角側油圧室 72 a への作動油 71 の供給を停止している。この停止により、ねじりコイルばね 86 のばね力が開放され、第 1 ハウジング 44 が進角方向へ相対回転する。このため、ベーン 53 に作用する油圧を調整して第 2 ロータ 51 を相対回転させることにより、カム軸 23 の回転位相を中間位相から最進角位相にかけて任意に変化させることができる。吸気バルブ 21 を運転状態に適したバルブタイミングで開閉させることができる。

【0095】（4）第 1 ロータ 41 及びハウジング 40 間にねじりコイルばね 86 を設けることで、ばね力がハウジング 40 に直接加わるようにし、第 2 ロータ 51 には間接的にしか伝わらないようにしている。従って、第 2 ロータ 51 及び第 2 ハウジング 47 に関しては、第 1 ロータ 41 及び第 1 ハウジング 44 とは異なり、ベーン 53 及び突部 49 の数を多くして受圧面積を増大しなくてもすむ。このため、受圧面積を増大することによる弊害、すなわち、通常運転時において、作動油 71 の圧力変化に対して第 2 ロータ 51 が過敏に反応するのを抑制できる。カム軸 23 を所望の回転位相に制御することが容易となり、制御の精度が向上する。

【0096】さらに、本実施形態によると、前記（1）～（4）以外にも次の効果も奏する。

（5）ハウジング 40 及び第 1 ロータ 41 間に第 1 ロック機構 87 を設けている。このため、例えばエンジン 11 の停止にともない作動油 71 の油圧が低下し、ねじりコイルばね 86 のばね力が開放されてハウジング 40 の回転位相が「最も進んだ位相」に変更されると、そのハウジング 40 は第 1 ロック機構 87 によって第 1 ロータ 41 に相対回転不能に連結される。すなわち、ハウジング 40 の回転位相が「最も進んだ位相」に保持され、第 2 ロータ 51 の相対回転の可動範囲が確実に制限される。このため、第 2 ロータ 51 の遅角側への相対回転により、カム軸 23 の回転位相を中間位相に保持することができる。

【0097】また、例えばエンジン 11 の通常運転時において、O S V 84 への通電停止により、突部 45 に作



用する作動油 71 の油圧が低下されると、この場合も前記と同様にして、ハウジング 40 の回転位相が「最も進んだ位相」に変更され、第 1 ロック機構 87 によって第 1 ロータ 41 に連結される。このため、ハウジング 40 を「最も進んだ位相」に保持し、第 2 ロータ 51 の相対回転の可動範囲を制限し、カム軸 23 の回転位相が中間位相よりも遅くなるのを防止することができる。

【0098】(6) 第 2 ロータ 51 及びケース 37 間に第 2 ロック機構 95 を設けている。このため、エンジン 11 が停止されると、ハウジング 40 が第 1 ロック機構 87 によってロックされて、回転位相が「最も進んだ位相」に保持されるだけでなく、第 2 ロータ 51 の遅角側への相対回転によってカム軸 23 の回転位相が中間位相になると、第 2 ロータ 51 が第 2 ロック機構 95 によってロックされる。従って、これらハウジング 40 及び第 2 ロータ 51 のロックにより、エンジン 11 の停止中に、カム軸 23 を始動に適した中間位相に保持することができる。

【0099】(7) 仮にエンジン 11 の停止時に、ハウジング 40 及び第 2 ロータ 51 の少なくとも一方がロック機構 87, 95 によってロックされなかった場合、次の始動時にロックさせる必要がある。しかし、極低温下でエンジン 11 が始動された場合、作動油 71 の粘度が高く、同作動油 71 がハウジング 40 や第 2 ロータ 51 の動きを妨げるおそれがある。

【0100】これに対し、本実施形態では、バルブタイミング可変装置 34 に第 1 ドレン機構及び第 2 ドレン機構を設けている。このため、エンジン 11 が停止されると、その停止にともない第 1 ハウジング 44 内の作動油 71 が第 1 ドレン機構によって排出され、第 2 ハウジング 47 内の作動油が第 2 ドレン機構によって排出される。従って、前記のように極低温下で始動されても、第 1 ハウジング 44 や第 2 ロータ 51 の動きを妨げる両ハウジング 44, 47 内の作動油 71 が少なくなっている。このため、エンジン 11 の停止にともないロック機構 87, 95 によるロックが適正に行われなくても、始動時にはハウジング 40 及び第 2 ロータ 51 を相対回転させて、カム軸 23 の回転位相を中間位相にすることができる。

【0101】特に、エンジン 11 の停止直後には作動油 71 の温度が高く、粘度が低くなっているため、作動油 71 をスムーズに排出することができる。

(8) 付勢手段としてねじりコイルばね 86 を用いている。このため、他の種類のばねを付勢手段として用いた場合に比べ、容易に大きな弾性付勢力を得ることができる。

【0102】なお、本発明は次に示す別の実施形態に具体化することができる。

・ねじりコイルばね 86 は、その一端部においてケース 37 に係止され、他端部においてハウジング 40 に係止

されればよい。従って、前記実施形態とは異なり、ケース 37 において第 1 ロータ 41 以外の箇所や、ハウジング 40 においてプレート 46 以外の箇所に係止されてもよい。

【0103】・本発明のバルブタイミング可変装置を排気側カム軸 24 に適用して、排気バルブの作動タイミングを変更するようにしてもよい。また、バルブタイミング可変装置を吸気側カム軸 23 及び排気側カム軸 24 の両方に適用してもよい。

【0104】・付勢手段として、ねじりコイルばねとは異なる種類のばねを用いたり、ばね以外の弾性部材を用いたりしてもよい。また、ばね等の弾性付勢力を利用した機構を付勢手段として採用してもよい。要は、第 1 ロータ 41 を進角側へ弾性付勢するものであればよい。

【0105】その他、前記各実施形態から把握できる技術的思想について、それらの効果とともに記載する。

(A) 請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 つに記載の内燃機関のバルブタイミング可変装置において、前記付勢手段は、一端が前記第 1 ロータに係止され、他端が前記ハウジングに係止されたねじりコイルばねからなる。

【0106】上記の構成によれば、他の種類のばねを付勢手段として用いた場合に比べ、容易に大きな弾性付勢力を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のバルブタイミング可変装置を備えたエンジンを示す部分断面図。

【図 2】バルブタイミング可変装置及び同装置への作動油の供給構造を示す断面図。

【図 3】図 2 の 3-3 線拡大断面図。

【図 4】図 2 の 4-4 線拡大断面図。

【図 5】OCV の動作態様を示す部分断面図。

【図 6】同じく OCV の動作態様を示す部分断面図。

【図 7】同じく OCV の動作態様を示す部分断面図。

【図 8】バルブタイミング可変装置における第 1 ドレン機構の動作態様を示す部分断面図。

【図 9】同じくバルブタイミング可変装置における第 1 ドレン機構の動作態様を示す部分断面図。

【図 10】図 3 の 10-10 線拡大断面図。

【図 11】図 4 の 11-11 線拡大断面図。

【図 12】図 3 に対応する図であり、エンジンの温間アイドル時における第 1 ハウジングの動作態様を示す部分拡大断面図。

【図 13】図 4 に対応する図であり、エンジンの温間アイドルにおける第 2 ロータの動作態様を示す部分拡大断面図。

【図 14】図 3 に対応する図であり、エンジンの通常運転時における第 1 ハウジングの動作態様を示す部分拡大断面図。

【図 15】図 4 に対応する図であり、エンジンの通常運転時における第 2 ロータの動作態様を示す部分拡大断面

23

24

図。

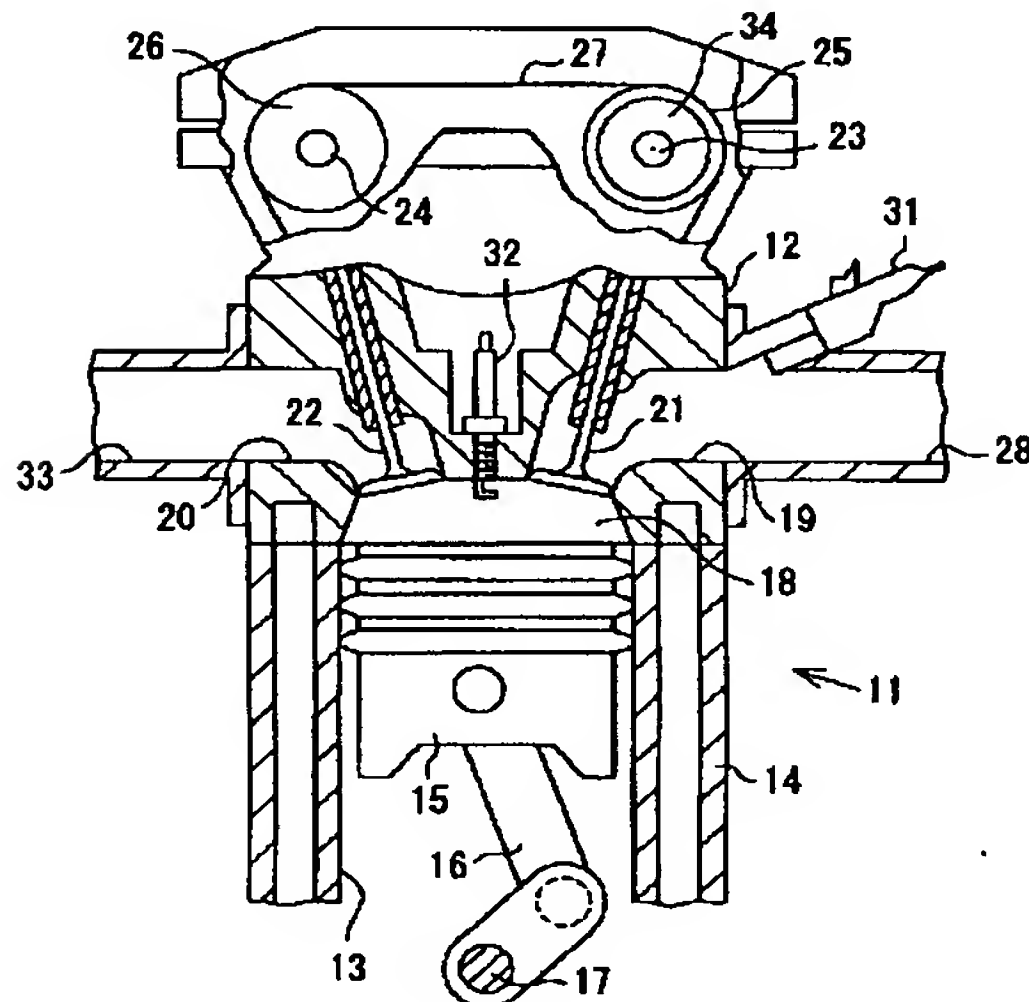
【図 16】図 3 に対応する図であり、エンジン停止時における第 1 ハウジングの動作態様を示す部分拡大断面図。

【図 17】図 4 に対応する図であり、エンジン停止時における第 2 ロータの動作態様を示す部分拡大断面図。

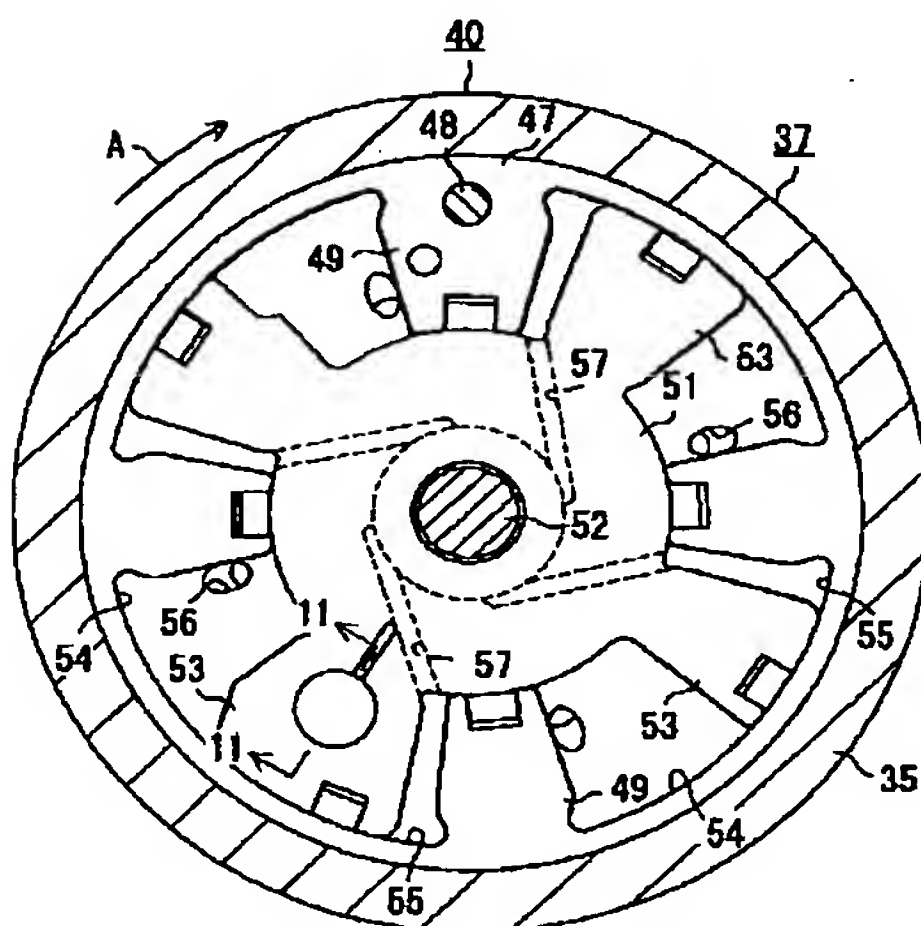
【符号の説明】

11…エンジン、17…クランク軸、21…吸気バルブ、23…カム軸、34…バルブタイミング可変装置、40…ハウジング、41…第 1 ロータ、43…ベーン、51…第 2 ロータ、56…遅角側油路、57…進角側油路、70…開閉弁、71…作動油、83…供給通路、84…OSV、86…ねじりコイルばね、87…第 1 ロック機構、95…第 2 ロック機構。

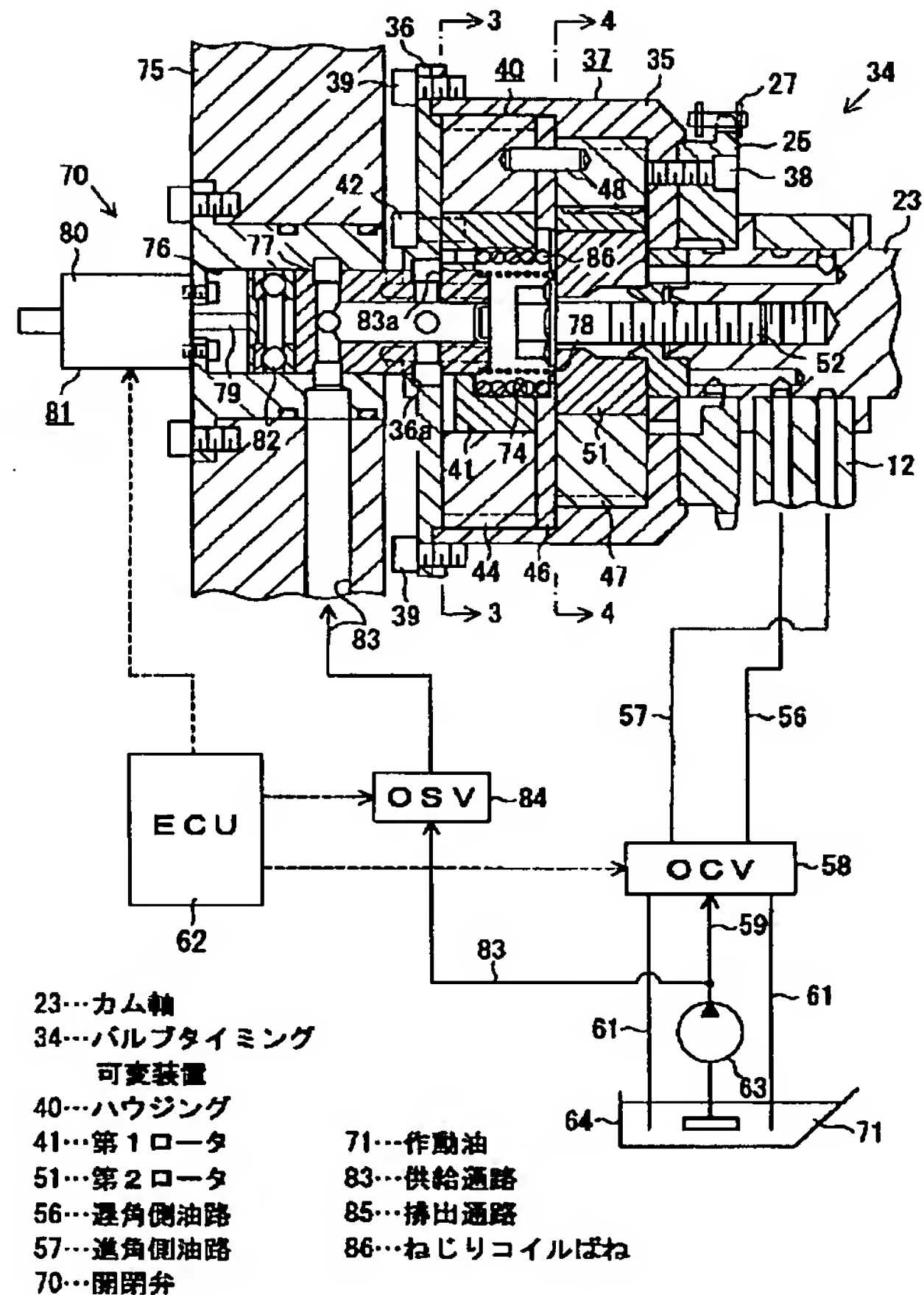
【図 1】



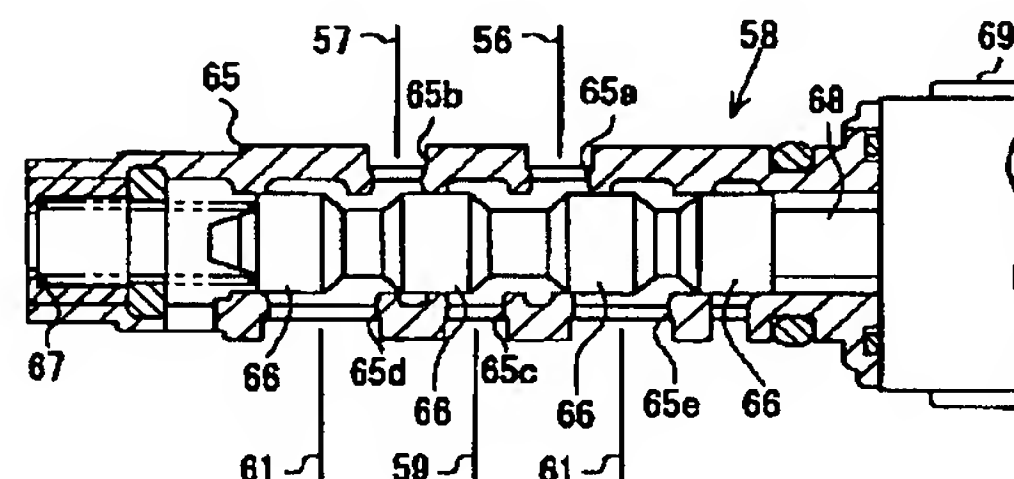
【図 4】



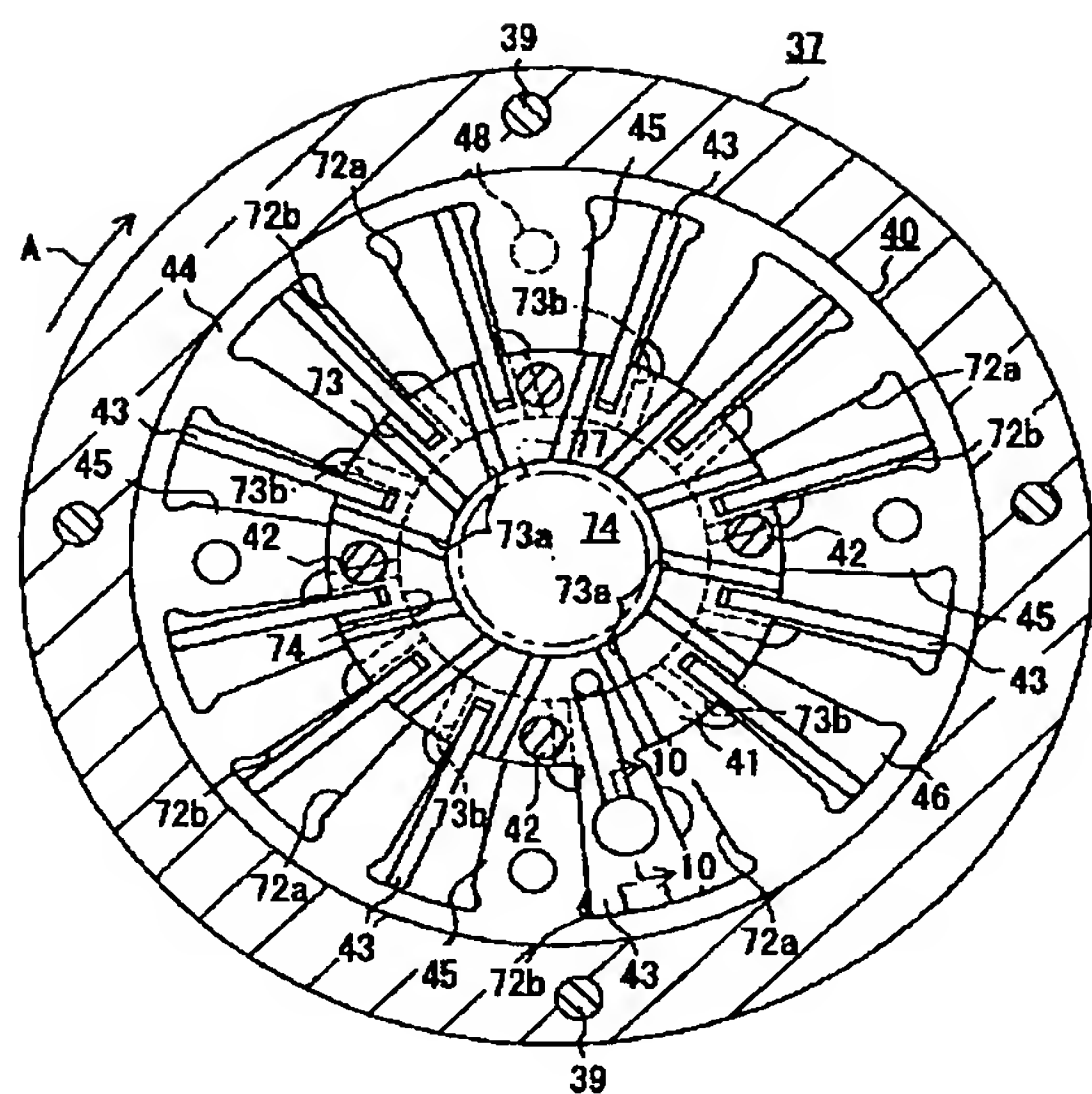
【図 2】



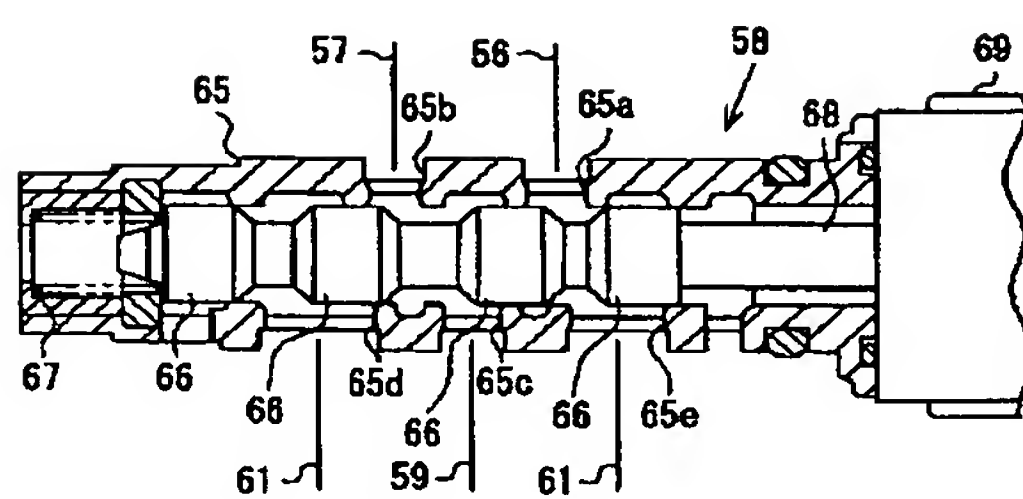
【図 5】



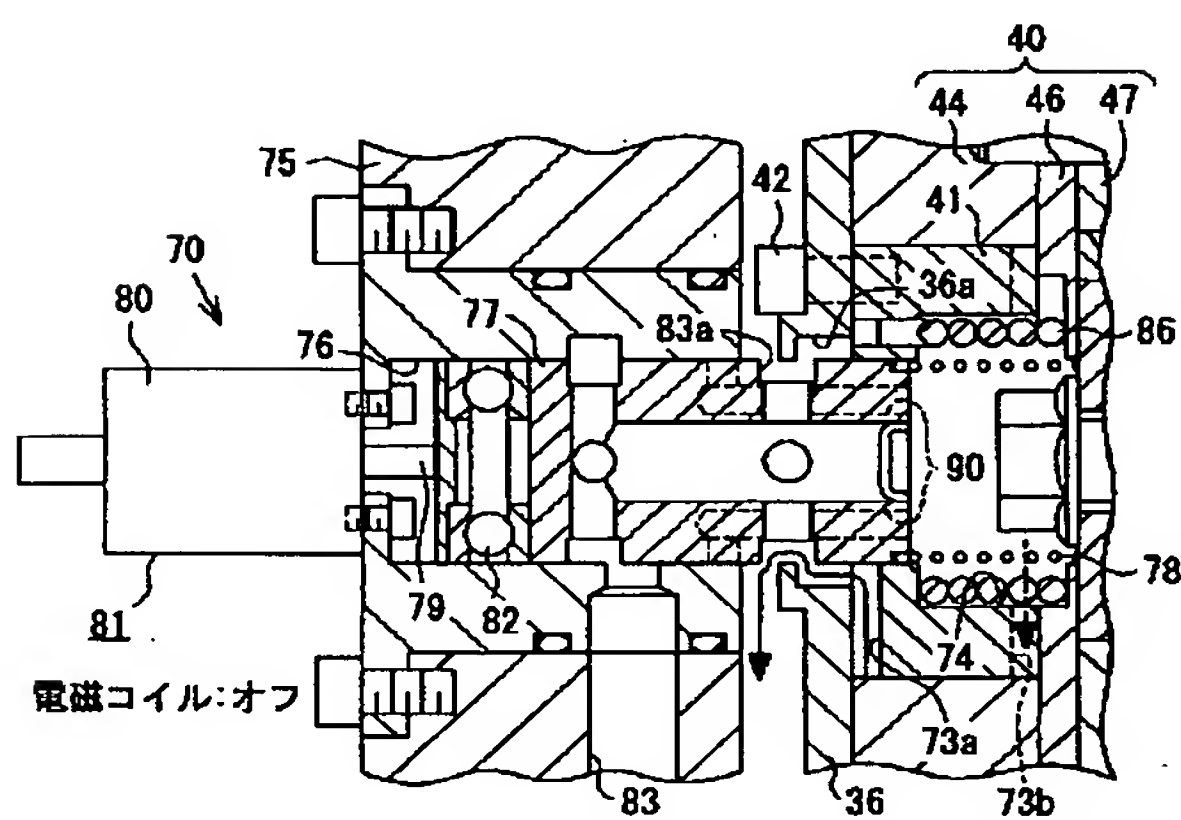
【図 3】



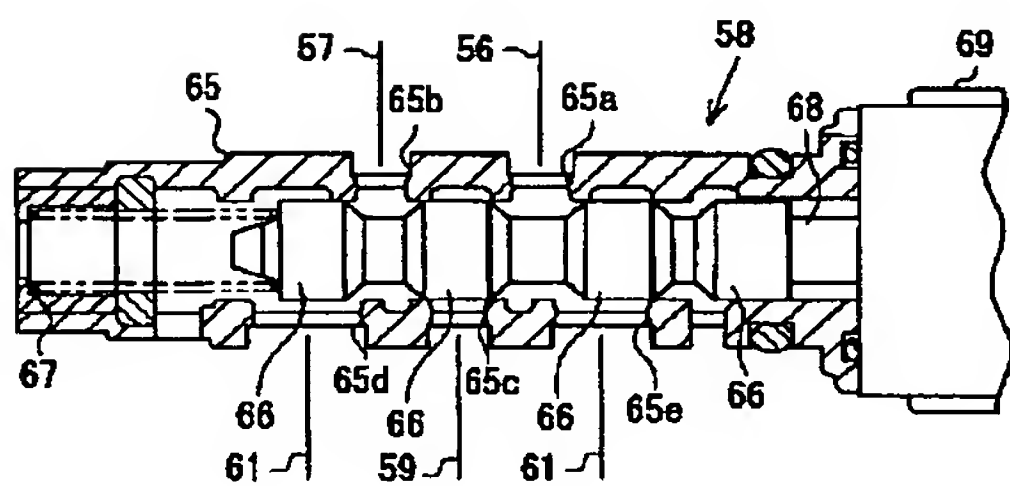
【図 6】



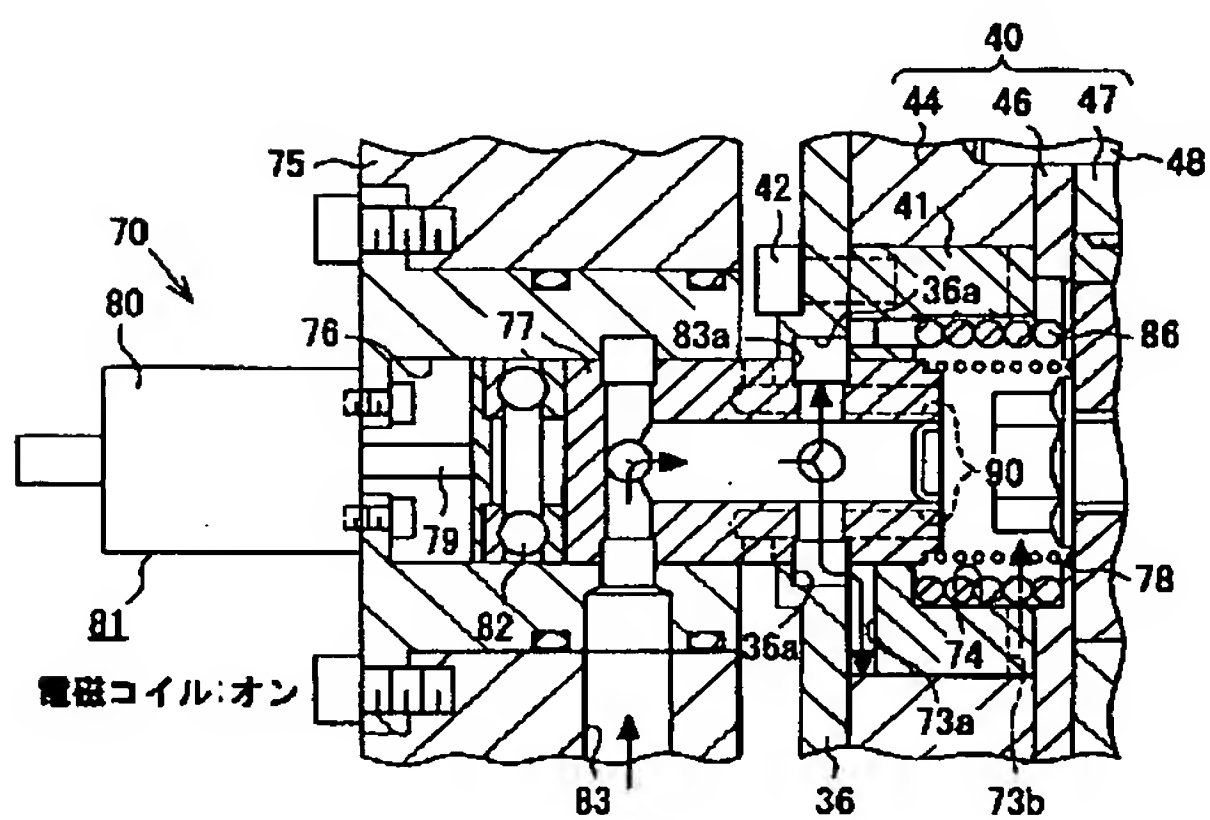
【図 9】



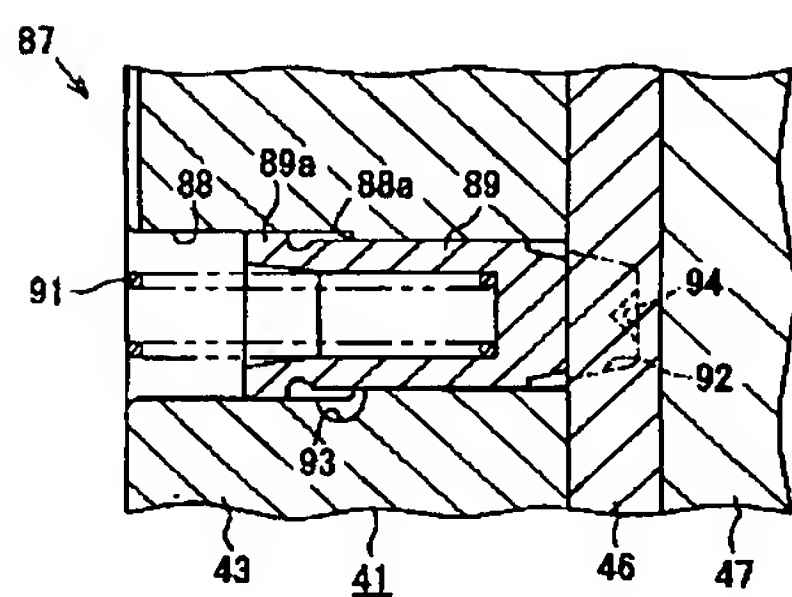
【図 7】



【図 8】

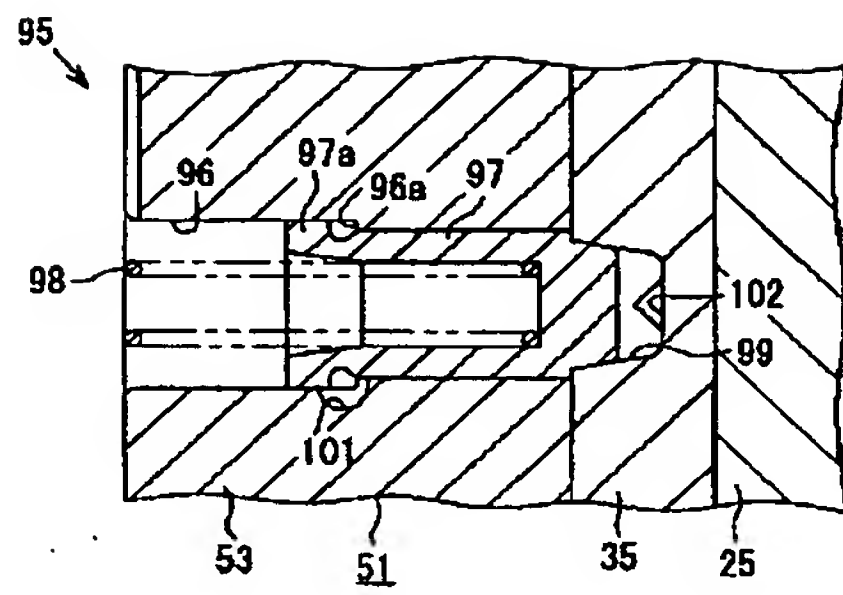


【図 10】

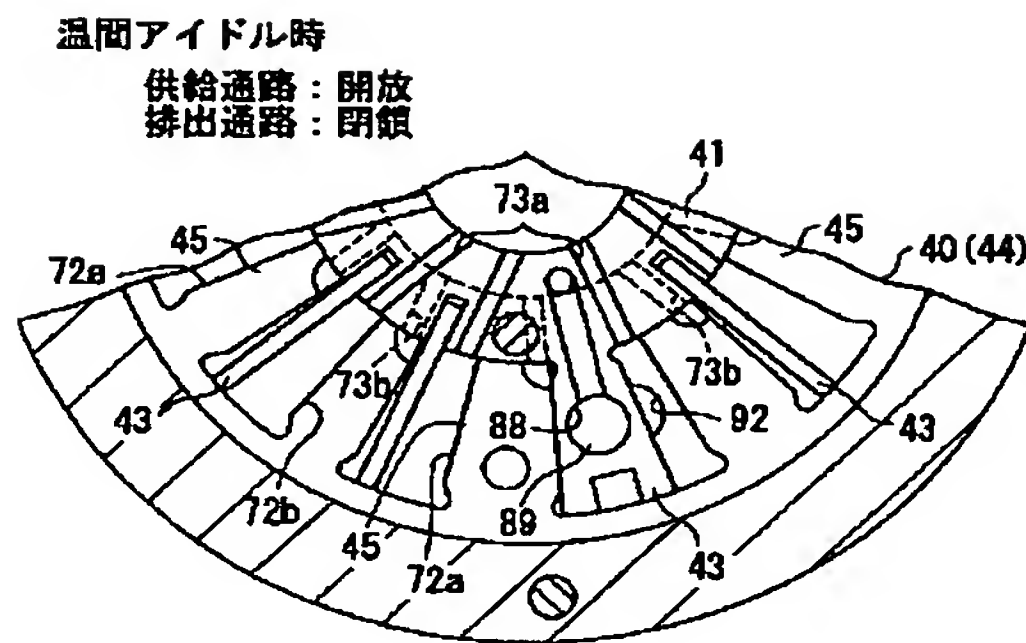




【図 11】

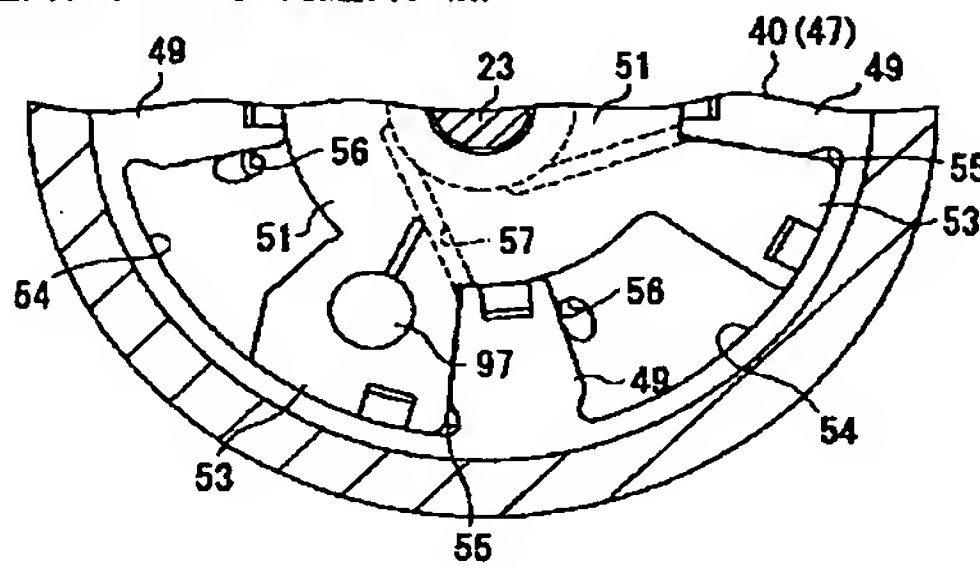


【図 12】



【図 13】

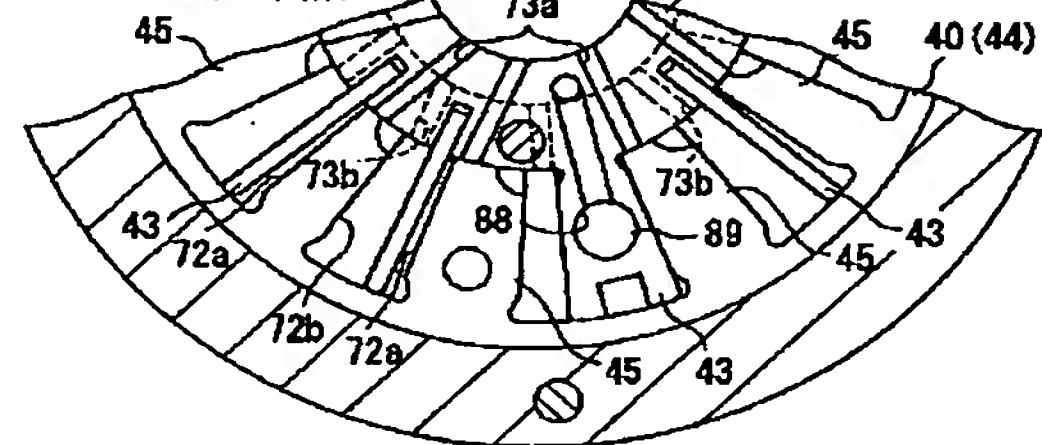
温間アイドル時（最遅角位相）



【図 14】

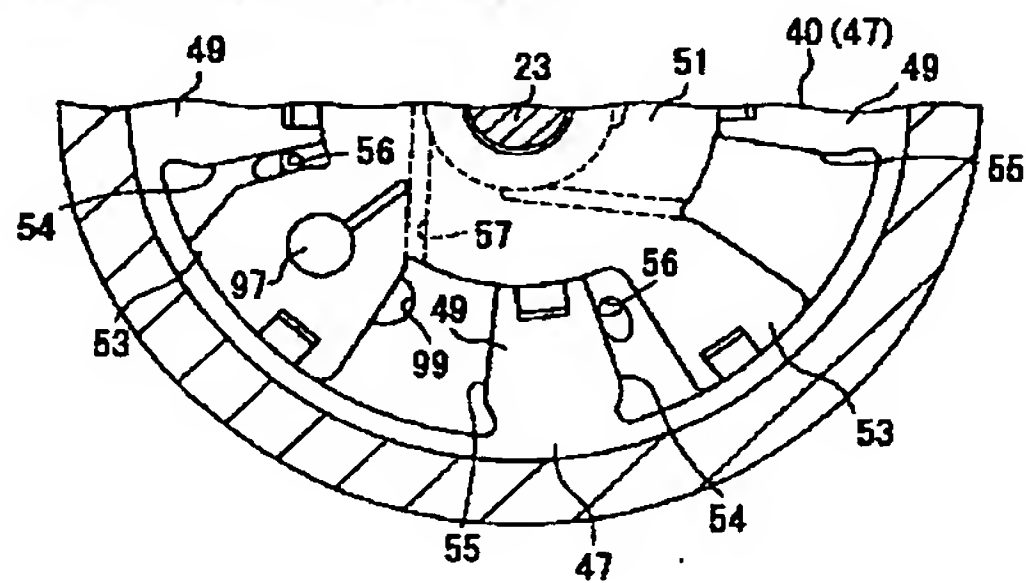
通常運転時

供給通路：閉鎖  
排出通路：閉鎖



【図 15】

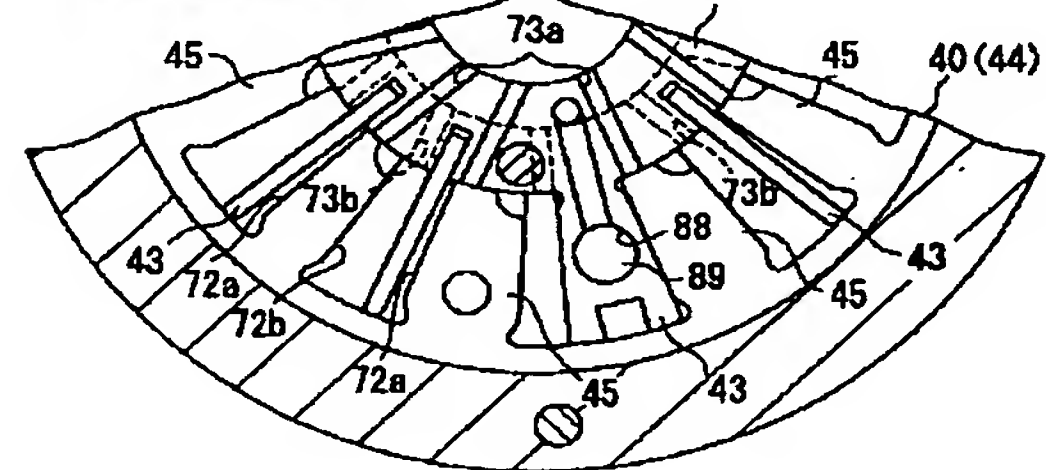
通常運転時（中間位相～最遅角位相）



【図 16】

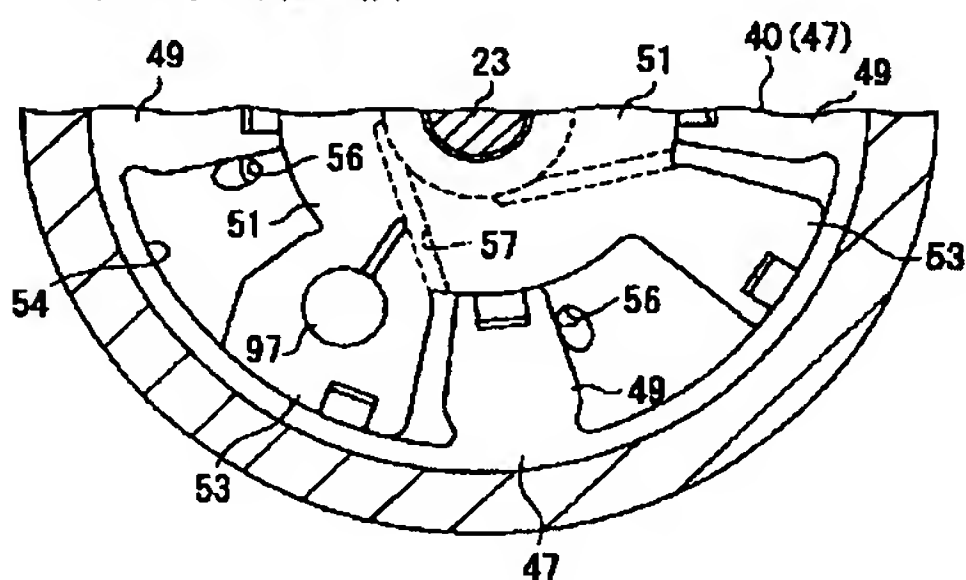
エンジン停止時

供給通路：閉鎖  
排出通路：開放



【図 17】

エンジン停止時（中間位相）



## フロントページの続き

(72)発明者 石井 良和

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車 株式会社内

(72)発明者 西村 睦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車 株式会社内

Fターム(参考) 3G018 AA01 AB07 AB17 BA33 CA20

DA24 DA49 DA57 DA58 DA72

DA73 DA74 EA01 EA21 EA31

EA32 EA33 FA01 FA07 GA02

GA07 GA09

3G092 AA01 AA05 AA11 AB02 DA01

DA02 DA10 DG05 DG09 EA03

EA04 EA13 EA28 EA29 FA06

FA18 FA24 GA01 GA10